Beiträge zur Kenntnis des Cordierits.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt

von

Hans Wagner
aus Hoym (Herzogtum Anhalt).

Stralsund.
Druck der Königlichen Regierungs-Buchdruckerei.
1894.

ACAD.
LUGD. BAT.
BIBL.

Seinem lieben Onkel

Herrn Bergwerksdirektor B. Maass

in Liebe und Dankbarkeit

gewidmet

vom Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535724_0219

Fast auf keinem anderen naturwissenschaftlichen Gebiete findet man bei einem Vergleich von chemisch analytischen Befunden irgend eines und desselben Körpers so viele oft ganz diametral entgegengesetzte Ansichten in Bezug auf Entstehung, Konstitution und Umwandlungsprodukten, als in der Mineralogie. Bedeutend vervollkommnete Methoden in der chemischen Analyse, ferner bessere mechanische Sichtung des betreffenden Minerals und ganz besonders die mikroskopischen Untersuchungen neuerer Zeit erst machten es möglich, ein klares Bild von den einzelnen in Frage kommenden Körpern zu gewinnen.

Aus diesem Grunde wurde mir von dem Herrn Professor Dr. Oebbeke die Aufgabe gestellt, einerseits das in der Litteratur so weit versprengte Material über die Cordierite zu sammeln und zu vergleichen, anderseits aber auch auf Grund eigener chemischer Untersuchungen der verschiedensten Cordierite verschiedener Fundorte die vorhandenen und selbst erlangten Analysenbefunde einander gegenüberzustellen, beziehungsweise eine einheitliche Konstitutionsformel aufzustellen. Bevor ich jedoch auf die eigenen Untersuchungen näher eingehe, dürfte es von Interesse sein, kurz die Litteratur über den Cordierit bis zu dem heutigen Standpunkte anzuführen und speciell sein geologisches Vorkommen zu schildern.

Im Jahre 1801 hatte der Mineraloge von Schlotheim [1]) von einem Mineralienhändler Launoy[2]) ein kleines blaues Mineralstückchen bekommen, welches er nach dem Vorkommen in der

[1]) Magazin für die gesamte Mineralogie, Geognosie und mineralogische Erdbeschreibung von Karl, Ernst, Adolph von Hoff, I. Band, 2. Heft (1801).

[2]) Mineralienhändler in Paris. C. C. Leonhard bemerkt über denselben in seinem „Taschenbuch für Mineralogie" 1809, 3, 396: „Hat französische und vorzüglich auch spanische Mineralien. Er ist durch seine vielen Reisen zu bekannt, als dass seiner hier ausführlicher gedacht werden dürfte."

Nähe von Cabo de Gata im Königreich Murcia „spanischen Lazulith" nannte. Seine Beschreibung lautet wörtlich:

„Es ist von indigoblauer Farbe, die sich stellenweise in das dunkel violblaue verläuft. Aeusserlich nur schimmernd, seltener wenig glänzend, und auf frischem Bruch glänzend von Glasglanz.

Im geringen Grade durchscheinend. Der Bruch unvollkommen muschlig, mit Annäherung zum splittrigen, von, dem Anscheine nach, grobkörnig abgesonderten Stücken.

Von der Härte des Quarzes,
Nicht schwer zerspringbar und
Nicht sonderlich schwer.

Dies ist vor der Hand alles, was sich beim Mangel mehrerer Exemplare über dieses Fossil sagen lässt, dessen gründliche chemische Zerlegung sehr zu wünschen wäre."

Einige Jahre später beschäftigte sich der Mineraloge Werner mit diesem Mineral und gab ihm wegen seiner veilchenblauen Farbe den Namen „Jolith". Ein diesem ähnliches Mineral bezeichnete er seiner blauen Flecken wegen mit „Peliom".[1])

Es waren dies Stücke, welche in Sibirien, Ostindien und in Bayern in der Oberpfalz bei Bodenmais gefunden waren. Die von den beiden Autoren beschriebenen Mineralien waren die jetzt Cordierit benannten Gesteine. Diejenigen von Bodenmais wurden schon 1776 von J. E. J. Walch, wie Quenstedt[2]) berichtet, unter dem Namen „Leukosapphiri" beschrieben. Im Jahre 1809 untersuchte Cordier[3]) dieses Mineral genauer. Er machte besonders auf die Doppelfarbigkeit (Pleochroismus) desselben aufmerksam und gab ihm aus diesem Grunde den Namen „Dichroit". Doppelfarbigkeit zeigten auch die schon seit langer Zeit im Juwelenhandel unter dem Namen „Saphir

---

[1]) Breithaupt, Hoffmann's Mineralogie 1818. 4 b (Handbuch der Mineralogie von Hoffmann 117—119, fortgesetzt von August Breithaupt, 4. Band, 2. Abteilung [1818]).

[2]) Mineralogie 1877. 326.

[3]) Journ. des Mines **25**. 129. — Journ. de Physique **68**. 298. **76**. 204. — Annales des Mines **3**. 12.

d'eau", Wassersapphir, Luchssapphir oder Sapphirquarz bekannten ostindischen Mineralien, so dass schon Cordier die Vermutung aufstellte, diese seien mit dem spanischen Dichroit identisch, bis dies zwei Jahre später Leopold Gmelin[1]) durch die chemische Analyse und Feststellung des specifischen Gewichtes bestätigte; denn nicht nur die einzelnen Bestandteile waren dieselben, sondern auch die quantitative Zusammensetzung stimmte miteinander nahezu überein. Zu Ehren von Cordier[2]), der die ersten genaueren Untersuchungen des „Dichroit" geliefert hatte, wurde dieses Mineral von Haüy mit dem Namen „Cordierit" belegt. Letzterer Name ist der gebräuchlichste geworden, um so mehr es sich später herausstellte, dass das Mineral nicht dichroitisch war und auch nicht hexagonal krystallisierte, wie Cordier und Haüy annahmen, sondern dass es Trichroismus zeigte. Im Jahre 1824 erst erkannte Mohs seine Zugehörigkeit zum rhombischen Krystallsystem. Ein anderes Mineral, das sich in Orijärvi findet und „blauer Quarz" genannt wird, zeigt nach den Untersuchungen des Gouverneurs von Finland, Grafen Steinheil[3]), ganz andere Eigenschaften als gewöhnlicher Quarz. Graf Steinheil veranlasste daher 1814 Gadolin dasselbe chemisch zu untersuchen, und dieser fand in demselben 10% einer „neuen Substanz", (bei Pauser l. c. S. 302 steht: es soll unter anderen Bestandteilen auch Uranium enthalten") die man damals in keinem Mineral gefunden hatte, und man nannte das Mineral zu Ehren des Grafen „Steinheilit". Strohmeyer vermutete im Jahre 1821 auf Grund der bisher bekannten Beschreibungen, dass letztgenanntes Mineral Cordierit sein könne und analysierte es. Das Resultat der chemischen Untersuchung stimmte mit den damals bekannten Cordierit-Analysen nahezu überein. Ferner untersuchte Strohmeyer den sogen. „harten Fahlunit" chemisch, und auch nach dieser Analyse ergab sich die Identität dieses Minerales mit Cordierit. Ebenso bestätigte Strohmeyer[4]) durch

---

[1]) Schweigg. Journ. 1813. **76.** 204. (Journal für Chemie und Physik von C. Schweigger 1815. **14.** 316.)

[2]) Hintze, Mineralogie II. 923.

[3]) Steinheil-Pauser, Taschenbuch für Mineral. **9.** 301 (1815). (Mitteil. datiert Sept. 1814). — Gadolin, Mém. de l'Acad. de St. Petersburg VI. 565.

[4]) Strohmeyer Gött. gelehrt. Anz. 1819. 1997. Untersuch. über die Mischung der Min. I. 329. 341.

eine chemische Analyse, dass die Zusammensetzung des Bodenmaiser „Peliom“ und eines von Giesecke von Simiutak in Grönland mitgebrachten blauen Minerales mit den bekannten Cordieritanalysen übereinstimmte.

Der gesteinsbildende Cordierit, dessen spec. Gew. zwischen 2,59—2,66 schwankt, tritt bald in Krystallen, bald in derben Körnern ohne Begrenzung auf.[1]) Die Krystalle gehören zum rhombischen Krystallsystem und zeigen meist nur die einfachen Formen:

$$\infty P \{110\};\ \infty \breve{P} \infty \{010\};\ \infty \breve{P}3 \{130\};\ oP \{001\};$$

selten treten noch hinzu:

$$\breve{P} \infty \{011\} \text{ und } {}^1/_2 P \{112\}.$$

Zwillingsbildung am Cordierit ist eine an makroskopischen Krystallen seltene Erscheinung und wurde nur am gesteinsbildenden Material bemerkt. Nach den Beobachtungen von Rosenbusch und A. von Lasaulx sind die Cordierite, speciell die vom Laacher See, nach dem Typus des Aragonits verzwillingt und zwar nach zwei Gesetzen:

1. Die Zwillingsebene ist die Fläche des Prismas (110), dessen Kantenwinkel (110) : (1$\bar{1}$0) 60° 15′ misst. Die Krystalle durchkreuzen sich so, dass sie das Brachypinakoid nach aussen wenden. Dabei sind zuweilen die vertikalen Kanten gekerbt durch das Zusammenstossen von zwei Makropinakoiden. Diese Zwillingsverwachsung findet sich häufig an Krystallen aus den vulkanischen Auswürflingen am Laacher See, des Vulkans Asama Yama in Japan, dem Cordierit vom Cabo de Gata und aus den toscanischen Maremmen.

2. Die Zwillingsebene ist eine Fläche des brachydiagonalen Prismas ($\infty \breve{P}3$), dessen Kantenwinkel an der Brachyachse 59° 10′ beträgt. Die Krystalle kehren die Prismenflächen nach aussen. Diese Verzwilligung beobachtete Groth nur in Kombination mit dem ersten Gesetz.

Diese oft nebeneinander auftretenden Zwillingsverwachsungen unterscheidet man durch Beobachtung der Lage der optischen Achsenebenen oder Elasticitätsachsen. Bei einigen Cordierit-

---

[1]) Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie I. 475.

gneissen trifft man eine ähnliche Zwillingslamellierung. Diese ist fast wie bei den Plagioklasen und befindet sich auf der Spaltfläche des Brachypinakoids. Ein gutes Beispiel hierfür liefert der Cordierit von Tvedestrand. Die prismatische Zwillingsverwachsung, bisher nur an Cordieriten vulkanischer Gesteine nachgewiesen, fand 1888 E. Hussak auch an solchen aus dem Quarztrachyt von Campiglia Maritima in Toscana, aus den Biotitdaciten vom Cabo de Gata und aus dem Bodenmaiser Magnetkies.[1]) Nach Rosenbusch zeigen die Cordierite der granitischen Kontakthöfe Wachstumformen, die an Chiastolithe erinnern.[2]) Im Längsschnitt erkennt man eine Andreaskreuz-ähnliche Zeichnung, die durch eingelagerte kohlige Substanz gebildet wird. Das Brechungsvermögen sowie die Doppelbrechung des Cordierits ist schwach und etwas schwankend.

Eine gute mikrochemische Unterscheidung von Cordierit und Quarz fand Boricky. Man isoliert den Dünnschliff einer Stelle durch einen kleinen Wall von Kanadabalsam und befeuchtet diese mit einem Tropfen Kieselfluorwasserstoffsäure. Nach einigen Minuten überträgt man diesen Tropfen auf ein Objektivgläschen, lässt ihn langsam verdunsten und untersucht den Rückstand mikroskopisch. Man sieht dann, wenn es Cordierit war, rhomboedrische Kryställchen von Magnesiumkieselfluorid ($Mg. Si Fl_6 \cdot 6 H_2O$). Die gereinigte Oberfläche des Schnittes ist bei Beleuchtung mit divergentem Lichte mit Aetzfiguren bedeckt, deren Form und Verteilung mit der Lage des Schnittes sich ändert. Auch mit heisser Schwefelsäure erhält man Aetzfiguren und kann so den Cordierit vom Quarz unterscheiden.

Tritt der Cordierit in Eruptivgesteinen auf, so findet man in ihm zuweilen Einschlüsse von Gasen oder Flüssigkeiten, wie solche in den Graniten, Kersantiten und Quarzporphyren beobachtet werden.

C. Dölter und E. Hussak untersuchten die Einwirkungen geschmolzener Magmen auf verschiedene Mineralien und fanden, dass je nach der Dauer der Einwirkung und der Beschaffenheit der Schmelzmasse (basaltische, andesitische, phonolithische Schmelze) die Veränderung, welche die Mineralien erlitten,

---

[1]) Groth's Zeitschrift 13. 58.

[2]) Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie 1. 475.

eine struktuelle oder eine chemische war. Unverändert blieb dabei stets der Cordierit.

L. Bourgeois versuchte es, einen künstlichen Cordierit darzustellen. Die einzelnen Bestandteile brachte er zusammen und schmolz das Gemenge längere Zeit. Die erkaltete Masse wurde krystallinisch, und glaubte er annehmen zu dürfen, dass diese aus Magnesia-Pyroxen und einem cordieritähnlichen Mineral bestände.

Was nun das geologische Vorkommen betrifft, so tritt der Cordierit sowohl in älteren und jüngeren Eruptivgesteinen wie auch auf sekundärer Lagerstätte auf. Sein Hauptvorkommen ist aber in Gesteinen der Gneissformation und im Granit, das deshalb auch zunächst besprochen werden soll. In den Gneissen findet sich der Cordierit in Gesellschaft mit Sillimanit, Spinell, Magnetkies, Hämatit und Ilmenit.[1]) Diese treten mit Ausnahme von Granat als Einschlüsse in den Cordieriten auf. Am häufigsten findet sich der Sillimanit in denselben als Säulchen oder Nädelchen.

Die Verbreitung des Cordieritgneisses[2]) ist eine ausserordentlich grosse. In Deutschland findet er sich zunächst in bedeutender Menge im bayrischen Waldgebirge bei Bodenmais und verbreitet sich bis in die Gegend von Viechtach und Kötzing, nach Westen bis in die Gegend des sogenannten Pfahls, dann nach Südosten über Zwiesel und Zwieseler Wald bis zur Gruppe des Rachel und endet bei dem Dreisesselgebirge. Der grobkörnige porphyrische Cordieritgneiss tritt im Bergbau des Silberberges bei Bodenmais und am roten Koth bei Zwiesel reichlich zu Tage, in kleineren Partieen aber auch bei Drachselsried, auf der Blöss bei Bodenmais am Weghof bei Teisnach und bei Gutmanning unfern Cham. Seltener findet sich der Cordieritgneiss im vorderen Wald um Passau, in den Donauleiten abwärts und zerstreut in einzelnen Stellen bis Wegscheid, Donau aufwärts bis Vilshofen und Plattling. Bei Falkenstein, Wiesenfelden, Stallwang, Gossersdorf, Birnbrunn,

---

[1]) Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie **1.** 475. — Zirkel, Lehrbuch der Petrographie **1.** 367.

[2]) Hintze, Mineralogie **2.** 924.

Altmannsreuth und Preiing bei Tittling erstreckt sich ein Vorderwaldgneiss, der cordierithaltig ist und ein granatartiges Aussehen hat. Ausscheidungen im Gneiss und allmählich in diesen übergehend bildet ein Cordieritfels bei Bodenmais. Leicht erkennbare Krystallformen findet man im Cordieritgneiss nur vereinzelt. Man trifft solche bei Schorndorf unweit Cham. Sehr schöne graue oder grüne, aussen schwärzliche Krystalle befinden sich auf der Erzlagerstätte von Bodenmais, zusammen mit Magnetkies, grünem Feldspat, Kreittonit und Vivianit an einem Zubau der Gieshübelzeche an der Spitze des Silberberges. Mit denselben begleitenden Mineralien trifft man solche Krystalle auch auf der Barbarazeche und auf der Sohle des Ludwig-Stollens.[1]) Meistens liegen die Bodenmaiser Krystalle in einem Erzgemenge, das aus Magnet-, Eisen-, Kupferkies und Zinkblende zusammengesetzt ist und von Feldspat, Quarz und Glimmer begleitet wird.

Im Fichtelgebirge findet sich der Cordierit am Valetsberge; selten in den Gesteinen der Gneissgruppe von Wunsiedel.[2])

Im Grossherzogtum Baden findet sich in dem Wenzelgang bei Wolfach im Schwarzwald nach Fr. Sandberger[3]) ein feinkörniger Gneiss, der aus einer sehr harten Grundmasse von blauem Cordierit, weissem oder graulich weissem Oligoklas und braunem Glimmer besteht. Es begleiten ihn oft Granatkörner, kleine Eisenkiesstückchen, Magnet-, Kupferkies und in sehr dünnen Lagen brauner Glimmer, welcher zuweilen Hornblendekrystalle umschliesst.

In Sachsen bestehen nach den Untersuchungen H. Credner's[4]) im Jahre 1874 die muldenartigen Thalabhänge des sächsischen Granulitgebirges zwischen dem Göhrener Viadukt und dem Städtchen Lunzenau aus grobflaserigem Cordieritgneiss. Begleitet wird dieser von Orthoklas, Quarz und Biotit und wurde durch die Eisenbahneinschnitte blossgelegt. Dieser Gneiss verwittert von seiner Oberfläche aus bis zu einer beträchtlichen Tiefe, so dass aus der ursprünglichen schönen blaugrauen Farbe mehr und mehr eine schmutzigbraune, grünlich gefleckte entsteht.

[1]) von Gümbel. Ostbayr. Grenzgeb. 1868. 552—557.

[2]) von Gümbel. Fichtelgebirge. 1879. 308

[3]) Neues Jahrbuch der Mineralogie. 1869. 290.

[4]) Deutsch-geologische Zeitschrift 1874. 104.

Ausgezeichneter Cordieritgneiss findet sich nach von Lasaulx[1]) ferner in der Gegend von Rochsburg, Lunzenau, Mittweida, Schönborn, sowie bei Wechselburg und Markersdorf im Chemnitzthale, ebenfalls im Gebiete des Granulitgebirges. Hier besteht er aus grobflaserigem Gneiss mit körnigem und bröckligem Feldspat, wenig grauem Quarz, aber viel dunklem Glimmer und blaugrauem Cordierit. Die bläulich grünen Cordieritkörner liegen in biotitfreien Lagen besonders an den Stellen, wo Feldspat und Quarz angehäuft sich finden.

B. Cotta[2]) fand 1853 bei Mittweida auf einer Granitanhöhe eine Menge mächtiger und fester Felsblöcke, die sich durch ihre dunklere Färbung und etwas schiefrige Struktur deutlich von dem dort herrschenden Gestein unterschieden. Die dunkel gefärbten Partieen waren ein gneissartiges Gestein und enthielten viel Cordierit.

In Schlesien[3]) tritt der Cordierit in flaserigen Biotitgneissen neben Fibrolith im Eulengebirge auf. Häufig finden sich auch blaugraue durchscheinende bis kirschgrosse Körner von Cordierit im Gneiss von Weistritz bei Schweidnitz.

Nordwestlich vom Eulengebirge findet sich ein Cordieritgneiss am Ochsenkopf bei Kupferberg.[4]) Dieser ist grob und verwachsen flaserig und besteht aus Quarz, Biotit, graugrünlichweissem Feldspat und blaugrauem bis violetten Cordierit. Die ganze Masse des Gesteins ist oft ganz und gar mit fein eingesprengten Körnern von Magnetkies durchzogen.

Dasselbe Gestein tritt am Schwarzen Berge im Hohen-Iser-Kamm wieder auf und zwar bei Schreiberhau. Dort ist es so kiesreich, dass einzelne Stellen Veranlassung zum Bergbau gegeben haben. Es besteht aus schwarzem und weissem Glimmer, Quarz, Feldspat und blauem oder grauem Cordierit, welch' letzterer zuweilen Krystallumrisse zeigt und früher für Sapphir gehalten wurde.

In der östreichischen Provinz Mähren finden sich die Cordierite im glimmerreichen Gneiss an der Langen Wand bei

---

[1]) Neues Jahrbuch der Mineralogie 1872. 831.
[2]) Neues Jahrbuch der Mineralogie 1853. 442.
[3]) Hintze, Mineralogie II. 927.
[4]) Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 1853. 381.

Iglau[1]) und zwar in Apatit eingewachsen in derben Körnern oder in kleinen fast undurchsichtigen, aussen grünlichen, innen bläulich grauen Säulen von unvollkommener Ausbildung.

In Böhmen findet sich der Cordierit sehr reichlich bei der Stadt Humpolec,[2]) nordwestlich von der mährischen Stadt Iglau. Im Jahre 1891 untersuchte Friedrich Kratzer die geologischen Verhältnisse daselbst genauer und fand, dass die Aufnahmen, welche F. von Adrian im Jahre 1862 dort gemacht hatte, von den seinigen wesentlich verschieden seien. Er fand cordieritreichen Gneissgranit in der Umgegend von Humpolec im Gneiss- und Granitgebiet. Das Cordieritgestein ist hauptsächlich nordöstlich und östlich von dieser Stadt verbreitet; nach Angabe von G. Kobliha auch westlich davon zwischen Jiritz und Petrowitz und nordwestlich bei Speritz. Das Gestein ist arm an Quarz und reich an Biotit und Orthoklas; in ihm liegen nussgrosse Cordieritkörner, welche blau bis grau gefärbt sind. Auf den verwitterten Blöcken trifft man Mineralneubildungen von verschiedenen meist hellgrünen Farben.

In Oberösterreich[3]) streicht im Mühlviertel von Passau längs des linken Donauufers bis Kollerschlag und Peilstein ein Dichroitgneisszug, der mit Graphitgneiss und Graphitlagern durchzogen ist. Vorwiegend enthält dieser Cordieritgneiss: Orthoklas, Biotit, Quarz und accessorisch Turmalin.

Ein diesem ähnliches Vorkommen ist bei Linz.

In Tirol speciell in der nordwestlichen Adamello-Gruppe der Umgegend Sandalos[4]) finden sich in Gneissen Körner von Cordierit, die beinahe alle mit zahlreichen Biotitblättchen erfüllt sind.

In Frankreich liegt nordwestlich von Clermont-Ferrand zwischen den Dörfern Cressigny und Ternant[5]) ein grosses Cordieritgneissgebiet, das sich durch grosse Bruchstücke von glimmerartigem Graphit auszeichnet.

[1]) Hintze, Mineralogie II. 927.

[2]) Tschermak's Mitteilungen **12.** 421.

[3]) Neues Jahrbuch der Mineralogie, Hans Commenda 1885. **1.** 417. — Roth's chemische Geologie II. 409.

[4]) Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 1890. 450. — Neues Jahrbuch der Mineralogie 1892. **1.** 286.

[5]) Bulletin de la Soc. Minéral. 1883. 329. — Hintze Mineralogie II. 929.

Fouqué fand im Südwesten des Mont-Dore im Bezirk Latour im Dorfe Cros[1]) ebenfalls ein grosses Cordieritgneissgebiet, in welchem der grünliche Cordierit von Muscovit, Granat und Turmalin begleitet wird. An Einschlüssen enthält er Zirkonkryställchen, Rutil, Granat, Magneteisen und Biotit.

Im nordwestlichen Frankreich findet man im Departement Morbihan[2]) ebenfalls Cordieritgneiss. Graf von Limur beobachtete dort Cordierit im Gneiss von Salins und bei Buléon: an dem ersteren Orte bemerkte er häufig Krystalle, die in Prasiolith und Chlorophyllit umgewandelt waren.

Im südlichen Teile Norwegens finden sich Cordieritgneisse und zwar in der Gegend nördlich von Krageröe am nahe gelegenen Valeberg.[3]) Th. Scheerer durchforschte 1853 diese Stätten genauer und fand über der das Fundament bildenden „Quarzfelsschicht" eine mehrere Meter mächtige Zone, die arm an Glimmer, aber reich an feinkörnigem Quarz mit beigemengten Albit (?) war. Charakteristisch für dieselbe ist das Auftreten von Titaneisen (vielleicht auch Eisenglanz) und von schwarzem Turmalin, weshalb Scheerer sie als Eisenerzzone bezeichnete. Auf diese Zone scheint sich hauptsächlich das Auftreten des Cordierits und seiner Zersetzungsprodukte, besonders des sogenannten Aspasioliths, zu beschränken. Beide Mineralien bilden entweder accessorische Gemengteile granitischer Ausscheidungen in dem quarzreichen aber glimmerärmeren Teile der Eisenerzzone, oder sie sind als solche in Quarzbändern und grösseren Quarzpartieen eingewachsen, welche in dem glimmerreicheren Teile jener Zone auftreten. Der Cordierit und Aspasiolith liegen in den granitischen Ausscheidungen unregelmässig verteilt in Stücken bis zur Kopfgrösse, Krystallflächen sind selten zu beobachten. Der Aspasiolith, der den Cordierit fast immer umgiebt, ist durch seine von Eisenoxydulgehalt bedingte grünliche Farbe erkenntlich, während der Cordierit veilchenblau oder hellbräunlich aussieht. Manchmal findet man auch farblose Cordieritstücke, die dann dem Fettquarz sehr ähnlich sind. Stellenweise findet sich auch

[1]) Bulletin de la Soc. Mineral. 1886. 293.

[2]) Groth's Zeitschrift **11.** 632.

[3]) Neues Jahrbuch der Mineralogie 1846. 788. — Poggendorf's Annalen 1846. **68.** 319.

Aspasiolith ohne Cordierit, wo aber dieser auftritt, ist er stets von dem erstgenannten Mineral begleitet; accessorisch findet sich Titaneisen und feinschuppiger grünlicher Glimmer.

Nicht nur in den granitischen Ausscheidungen finden sich beide Mineralien, sondern auch und sogar noch häufiger in den Quarzausscheidungen des Gneisses an der Westseite des Valeberges. Diese liegen in einer sehr glimmerreichen Eisenerzzone und haben dieselben Farben wie die vorher beschriebenen.

Der Cordierit ist auch hier meist von seinem Zersetzungsprodukt, dem Aspasiolith, umgeben. Als Begleiter trifft man kleine Turmalinkrystalle, dunklen broncefarbigen Glimmer und Apatitkörner.

Während nach Scheerer die Cordierite stets eine Aspasiolithhülle tragen, fand K. Zittel[1]) in entgegengesetzter Richtung vom Valeberg unzersetzte Cordieritkrystalle mit Aspasiolith in grossen derben Stücken.

Fünf Meilen südwestlich von Krageröe findet sich der Cordierit im Gneiss von Tvedestrand,[2]) wo er intensiv blau und glasglänzend in meist ganz frischen und unzersetzten Massen von zuweilen mehreren Decimetern Durchmesser grossen Stücken, seltener in Krystallen, vorkommt.

Ein zum Teil stark amphibolhaltiger Cordieritgneiss findet sich ferner in Bamle. Der Cordierit dieses Vorkommens findet sich in grossen, oft mehreren Centimeter langen Krystallen, ist aber immer stark zersetzt und in die unter dem Namen Prasiolith und Esmarkit bekannten Mineralien übergegangen. In Tvedestrand und Bamle sind die Cordierite und ihre Zersetzungsprodukte von Oligoklas, Quarz, schwarzem Glimmer und Sillimanit begleitet. Letzerer ist hier ein steter Begleiter und findet sich in büschelförmiger Ausbildung bei Tvedestrand, in langen Nadeln bei Bamle, oder nur als mikroskopische Krystalle sowohl im Cordierit selbst als in dem den letzteren einhüllenden Quarz.

Nach A. E. Törnebohm findet man in Schweden und zwar in Södermanland[3]) Granat-Cordieritgneisse in der Gegend von

[1]) Neues Jahrbuch der Mineralogie 1860. 792.

[2]) Hintze, Mineralogie II. 929.

[3]) Neues Jahrbuch der Mineralogie 1882. **1.** 395. 1884. **1.** 57.

Hjelmar, Braviken und bei Storvik, südlich über Vaxholm hinaus. Nach Erdmann auch bei Brunhult, Mällösa-Kyrka, Ardala, Näsby und Andreasberg, ferner bei Finspong in Oestergötland.[1])

Nördlich von Bråviken trifft man den Cordierit auf der Erik-Matts-Grube in Fahlun[2]) als sogenannten „harten Fahlunit“, der hellgelblich braun und nur durchscheinend ist. Die braune Farbe rührt nicht von mechanischen Beimengungen her, sondern sie soll eine ursprüngliche sein.[3]) Arthur Wichmann fand, dass selbst der unangegriffene Cordierit innerhalb der Fahlunitsubstanz dieses Aussehen hat, ohne in den optischen Eigenschaften irgend eine Veränderung zu zeigen. Die Färbung verteilt sich nicht auf die gesamte Substanz, sondern sie bildet zumeist Streifen und Bänder innerhalb derselben.

Ebenfalls braun aussehende Cordieritstücke fand Groth bei Askersund (Min. Samml. Strassburg 1878. 244). Cordierit von grauer Farbe und in Glimmermassen eingelagert entdeckte L. J. Igelstroem in einem Quarzbruch des Kirchspieles Ramsberg.

Auf der Kupfergrube Orijärvi des Kirchspiel Kisko in Finland[4]) kommt der Cordierit mit Kupfer- und Eisenkies, Molybdänglanz, Blende, grünlich grauem Amphibol und Quarz vor, entweder als dunkelblaue derbe Massen oder als säulenförmige Krystalle, die mit einer matten serpentinartigen Rinde überzogen sind und die von Gadolin „Steinheilit“ benannt wurden.

In Süd-Amerika beobachtet man in Argentinien in der Sierra de Aconquija, San José[5]) grobwelligen Cordieritgneiss mit Granat, Quarz und Feldspat.

In den Vereinigten Staaten Nord-Amerikas findet sich Cordierit bei Haddam im Staate Connecticut und zwar in einem Granitgang im Gneiss, in Gesellschaft mit Turmalin. Reichlicher noch und zusammen mit Granat und grünem Feldspat im Quarz zwischen Shetucket und Quinnebaug. Nordöstlich von Haddam und östlich von New Haven findet man Cordierit in

[1]) Hintze, Mineralogie II. 930 1884. Neues Jahrbuch der Mineralogie. **2.** 216.

[2]) Hintze, Mineralogie II. 930. — Poggendorf's Annalen 1846. **67.** 446.

[3]) Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 1874. 690.

[4]) Poggendorf's Annalen 1846. **67.** 443.

[5]) Roth's chemische Geologie, Stelzner **2.** 421.

wallnussgrossen Körnern und in noch grösseren Partieen in den grobkrystallinischen Adern des Gneisses von Guilford. Vesuvian, Granat und Magnetit sind hier seine Begleiter.[1]) Bei Richmond im Staate New-Hampshire findet er sich in einem Talk Gestein mit Anthophyllit, in Brimfield im Staate Massachusetts in Begleitung mit Adular.

Ziemlich stark verbreitet ist der Cordierit in vielen Zweiglimmergraniten Frankreichs, speciell in denen des Departements Ariège.[2]) Letztere sind dort nach A. Lacroix in den Gneissen und alten Schiefern der Umgegend von Vicdessos im Massiv von St. Barthélemy und im Thale von Haute Ariège eingelagert. Im allgemeinen sind die Cordieritkrystalle gerundet und von einer mehr oder weniger hellgrünen Farbe. Unter dem Mikroskop zeigen die Krystalle, die in zersetzter Substanz liegen, unveränderten Cordierit, der reich an Einschlüssen von Zirkon und Sillimanit ist. Besonders reich an Cordierit sind jene Abhänge, auf welchen das Dorf Illiers bei Vicdessos gebaut ist; auch die Felsen oberhalb Saint-Conac, Calchac, Appi, Axiat und die Umgebungen des Pic de Soularac und Pic Saint-Barthélemy führen Cordieritgesteine. Sehr schöne umgewandelte Krystalle finden sich in Begleitung mit Andalusit in den Umgebungen von Ax und auf der Strasse bei Prades und Ascou.

G. vom Rath beobachtete in einem Schiefergestein Rheinpreussens am Laacher See[3]) sehr schöne 1—4 mm grosse Cordieritkrystalle.

Das zweite wichtige Vorkommen des Cordierits ist das in älteren und jüngeren Eruptivgesteinen. Von den älteren ist hauptsächlich der Granit durch das Vorkommen von Cordierit ausgezeichnet. In Deutschland befindet sich ein sogenannter Cordieritfels im Granit des Erlbachgrundes bei Kriebstein unweit Waldheim.[4])

[1]) Hovey, Americ. Journ. Sc. 1888. 36. 57. — Farrington, Americ. Journ. Sc. 1892. 43. 13. — Hintze, Mineralogie II. 931.

[2]) Bulletin de la Société minéralogique de France 1889, **12.** 520.

[3]) Poggendorf's Annalen 1874. **152.** 40. — Hintze, Mineralogie II. 926.

[4]) Neues Jahrbuch der Mineralogie 1872. 831.

In Mittweida[1]) trifft man den Cordierit nicht nur im Granulit wie Seite 12 erwähnt, sondern auch häufig in dem diesen durchsetzenden Granit. Es war diese Art des Vorkommens in dem Granit wenig bekannt, bis ein Steinbruch am westlichen Ende von Mittweida im Granit eröffnet wurde.

Auf der Insel Elba fand Ant. d'Achiardi 1875 Cordierit in einem Granit des Monte Capanne.[2]) Durch Verwitterung ist dieser ziemlich feinkörnige Granit etwas gelblich; in ihm liegen die dunkelgrünen Cordieritkörner.

In Frankreich finden sich im Granit von Denise bei Le Puy und anderen Punkten des Departements Haute-Loire[3]) blaue Cordieritkrystalle, die früher für Korund gehalten wurden.

In Irland liegen Cordieritkrystalle als mikroskopische Einschlüsse in dem feldspatartigen, von prismatischem Beryll durchdrungenen Granit Glencullen's in der Grafschaft Dublin.[4])

In dunkelblauen Körnern liegt der Cordierit im Kersantit Mittershausen's[5]) im Odenwald. Das Gestein bildet eine feinkörnige, rötlich braune Masse, in der grünlich-schwarze Glimmerblättchen und einzelne schuppige Quarzkörner liegen. Zu Pinit umgewandelter Cordierit häuft sich bei der Hemsbacher Kapelle an; die sechsseitigen dunkel- bis blassvioletten Säulchen fallen bei der Verwitterung heraus.

Nachdem das Vorkommen von Cordierit in älteren Eruptivgesteinen beschrieben ist, folgt nun das Auftreten in den jüngeren Gesteinen derselben Entstehungsart. Es finden sich zunächst in den zu den Lipariten gehörigen Nevaditen des westlichen spanischen Eruptivzuges bei Hoyazo bei Cabo de Gata[6]) als fremde Einschlüsse bisweilen Cordierit und Korund.

In Italien trifft man den Cordierit in Lipariten von Roccastrada in denen von Sassofortino.[7]) Einfache Krystalle und

[1]) Neues Jahrbuch der Mineralogie 1853. 442.

[2]) Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 1875. 462.

[3]) Bulletin de la Société minéralogique de France 1881. 90. — Neues Jahrbuch der Mineralogie 1882. II. 350.

[4]) Neues Jahrbuch der Mineralogie 1892. I. 233.

[5]) Groth's Zeitschrift. 19. 484.

[6]) Neues Jahrbuch der Mineralogie 1893. I. 284.

[7]) Hintze, Mineralogie II. 927.

Drillinge finden sich in den vitrophyrischen Lipariten, welche das hügelige Küstengebiet zwischen Castagneto und Bottro dei Marmi in der Maremme bilden, sowie in den Liparitgängen von Bottro di Santa Maria und denen von Campiglia di Marmore. Rosenbusch beobachtete in diesen Gesteinen die Umwandlung des Cordierits in feinschuppigen Muscovit (Pinit) und E. Scacchi beschrieb opake graugrüne 3—8 mm lange Krystalle des Liparits von Rocca Federighi.

Nach den Untersuchungen F. Gonnard's sind in dem Trachyt des Rocher du Capucin[1]) dreierlei Mineralgemenge eingeschlossen; von denen das eine sich von den beiden andern Mineralien durch seine dunklere Farbe auszeichnet. Dasselbe enthält dunkelbraunen Hypersthen, grünlichen Plagioklas, Almandin, Magnetit, irrisierenden Eisenglanz, Nephelin und bis 7 mm grosse Tridymitkrystalle. Ausserdem liegen in ihm noch ein in weissen Büscheln auftretendes in Salzsäure unlösliches Mineral und sehr selten Cordierit; letzterer findet sich jedoch nur in porösen Partieen. Die Krystalle erreichen eine Grösse von 2 mm und eine Breite von 1—1½ mm und sind violett, häufig mit Tridymitlamellen, Hypersthenkryställchen oder einem feinen, jedenfalls kieseligen Überzug bekleidet und scheinen parallel ihrer Längsrichtung gestreift zu sein.

In Ungarn findet sich der Cordierit in den Trachyten des Karancsgebirges.[2]) Er wird hier von einem natriumreichen Orthoklas, von Biotit, Amphibol, Almandin und Quarz begleitet. Dieser Cordierit ist homogen und frei von fibrolithischen Interpositionen.

Die Biotit-Granat-Trachyte der Donau-Trachytgruppe nördlich von Budapest enthalten ebenfalls Cordierit. Szabó, welcher diese untersuchte, fand nicht nur in der Donau-Trachytgruppe, wie auch in der von Chemnitz, viele und schöne Cordierite. Er beobachtete auch, wenn auch seltener, im Augittrachyt, im Biotit-Orthoklas-Trachyt und im Basalt Cordierit. Der Cordierit ist also in Trachyten nicht selten.

[1]) Groth's Zeitschrift **11.** 366. — Bulletin de la Société minéralogique de France 1885, 8 316.

[2]) Neues Jahrbuch der Mineralogie, Beilegeband **1.** 302.

2*

Auch in Italien trifft man Cordierit in jüngeren Eruptivgesteinen in der Landschaft Toscana.[1]) G. vom Rath beobachtete 1866 in Campiglia Maritima, und zwar im Val delle Rocchette, das in der toscanischen Maremme unweit des Städtchens Piombino und nahe dem südlichen Rande einer Höhengruppe liegt, kleinkörnige Trachytgesteine, in welchen Sanidin, Quarz, Biotit und veilchenblaue Cordieritkrystalle ausgeschieden sind. In ausgedehnter Verbreitung erscheinen ausgezeichnete Trachyte etwas südöstlich von Travale.[2]) Die hoch auf den Bergen liegenden Orte Roccastrada, Sassofortino und Roccatederighi sind auf den Erhebungen des Trachyts erbaut. In diesem rauhen Gestein lassen sich folgende Mineralien erkennen: Grosse Quarzkörner, farblose Sanidinkrystalle, weisser Plagioklas, bräunlicher Biotit und violblaue, gerundete Cordieritkörner; welch' letztere in diesen Trachyten wie in allen jüngeren Eruptivgesteinen so zahlreich sind, dass man das Gestein Cordierittrachyt nennen könnte. Es verbreitet sich dieser Trachyt von Sassofortino bis etwa einen Kilometer östlich von Roccatederighi; er ist hier plattenförmig und fast wie geschichtet. Das dem von Roccastrada beinahe vollkommen gleiche Gestein enthält ebenfalls sehr zahlreiche Körner von Cordierit, Sanidin, Plagioklas und viele Quarzkörner.

Hussak fand 1885 im Quarztrachyt von Campiglia Maritima[3]), ähnlich dem Laacher Vorkommen (Seite 17), in der glasreichen Grundmasse stellenweis kleine säulenförmige abgeschmolzene Cordieritkrystalle eingesprengt, die gleichfalls Zwillingsverwachsungen aufweisen wie die im Magnetkies eingewachsenen Cordieritkrystalle von Bodenmais (Seite 10).

Der Cordierit ist also ein Mineral[4]), welches für die Existenz von metamorphischen Vorgängen in den Trachyten am deutlichsten spricht. Trotzdem er selbst eine metamorphische Bildung ist, giebt er die Veranlassung zu Neubildungen, von denen einige Übergangsstadien, andere beständigere Verbindungen sind. Je mehr Cordierit in einem Trachyt vorhanden ist, um so geringer und unvollkommener ist die Ausbildung der ge-

[1]) Geologische Zeitschrift 1866. 639. 1868. 326.

[2]) Geologische Zeitschrift 1873. 146.

[3]) Neues Jahrbuch der Mineralogie 1885. II. 81.

[4]) Neues Jahrbuch für Mineralogie, Beilageband 1. 302.

wöhnlichen Gemengteile und umgekehrt. Das Vorhandensein Cordierits ist das beste Zeugnis für die Existenz von metamorphischen Vorgängen und bildet für die Ansicht, dass die Trachyte anfangs in einem gewissen Stadium der Ausbildung metamorphische Gebilde gewesen sind, eine der wichtigsten Stützen.

Auch in Daciten findet sich der Cordierit. Durch besonders grosse Cordieritkrystalle ist der Dacit von Mazarron in der spanischen Provinz Murcia ausgezeichnet; sie hängen auch hier wie beim Hoyazo[1]) (Seite 18) mit Einschlüssen granat- und cordieritreicher Gneisse zusammen. Die Cordierite sind hier flächenreich, verzwillingt und reich an Gas- und Flüssigkeitseinschlüssen. Die Gesteine haben Nevadit-Typus, sind ausser an Cordierit auch reich an Einsprenglingen von Biotit, Quarz und Andesin. In der Nähe zahlreicher Erzgänge ist der Cordierit zu Pinit zersetzt. Die Gesteine gehen in weiche Thone und stellenweise in alaunsteinartige Massen über.

Endlich finden wir den Cordierit auch in Andesiten. G. Primics untersuchte 1885 die Augit-Andesite Ungarns bei Arany und Málnás[2]) und trennte die Bestandteile des Gesteins aus dem Aranyerberg mit Thoulet's Lösung. Die verschieden gefärbten Varietäten hielt er für bereits verändert und untersuchte deshalb nur die taubengraue und ziegelrote Varietät. Nach Abscheidung der eisenhaltigen Gemengteile der grauen Varietät fand er in dem Gesteine: Augit, Biotit. Feldspat, Hypersthen, Apatit, Pseudobrookit, Zirkon, Cordierit und sehr selten noch Turmalin. Das rote Gestein zeigte dieselbe Zusammensetzung, nur mit dem Unterschiede, dass hier Pseudobrookit, Apatit und Cordierit häufiger vorkamen und die helleren Gemengteile wie Augit, Feldspat und Apatit rötlich gefärbt waren. Ferner fand Hussak die Verbreitung des Cordierits in ungarischen Andesiten lange nicht so bedeutend, wie Szabó angab; denn er konnte nirgends Cordierit finden, wo Szabó die Fundorte desselben angegeben hatte, und beobachtete nur bläulichen Quarz.[3])

[1]) Neues Jahrbuch der Min. 1893 I 284.
[2]) Groth's Zeitschrift 17. 67.
[3]) Neues Jahrbuch der Mineralogie 1885. II. 81.

Nach A. Osann findet sich ferner Cordierit führender Andesit in dem bereits erwähnten Hoyazo bei Cabo de Gata;[1]) in diesem in frischem Zustande fast schwarzen Glimmerandesitgestein erkennt man in der dunklen Masse: Biotit, Plagioklas, und vereinzelte Quarz- und Cordieritkörner, welche bläulich, amethystfarbig und unregelmässig sind und die Grösse von 1—1½ cm Durchmesser erreichen. Manchmal finden sich auch zierliche verzwillingte Cordieritkrystalle. Im Innern des Gesteins liegen sie unregelmässig, am Rande mit zonar angeordneten Sillimanitnädelchen. Von den übrigen jüngeren Eruptivgesteinen des westlichen Eruptivzuges ist von besonderem Interesse der Glimmerandesit von Bambla des Esparato.[2]) Das Gestein ist wie das des Hoyazo voll von Einsprenglingen fremder Mineralien von Haselnuss- bis Faustgrösse, und deren Begleiter sind wieder Cordierit, Biotit, Spinell, Korund, Andalusit, Sillimanit, Plagioklas, Rutil, Zirkon, Quarz und Apatit.

Im Jahre 1876 untersuchte R. v. Drasche die Gesteine der japanischen Vulkane Asama Yama, Fusi Yama, Jaki Yama und Iwasi Yama.[3]) Diese Gesteine gehören teils zu den Augit-Andesiten, teils zu den Feldspatbasalten. Die von dem erstgenannten Vulkane kommenden Gesteinsauswürflinge sind dicht, bläulichweiss und enthalten neben Quarz und Plagioklas stellenweise blauen Cordierit. Unter dem Mikroskop beobachtet man kleine rundliche Quarzkörner, Augitnädelchen, Zirkon, Rutil, Eisenglanztäfelchen und Magnetit. Der Cordierit tritt in Zwillingen, Drillingen und Durchkreuzungszwillingen nach der Fläche eines Prismas, seltener in einfachen Krystallen auf. Als Flüssigkeitseinschlüsse, parallel der Vertikalachse, finden sich Kohlensäurebläschen. Auch die breccienartigen Auswürflinge führen Cordierit, doch ist dieser hellblau und zeigt einen Stich ins Grünliche; er hat dieselben Eigenschaften wie der vorher beschriebene Cordierit.

Da nun alle Gemengteile inclusive Cordierit zahlreiche unzweifelhaft primäre Einschlüsse enthalten, glaubt Groth mit Sicherheit annehmen zu dürfen, dass diese Ausscheidungen aus

[1]) Neues Jahrbuch der Mineralogie 1891. I. 86. — Zeitschrift der geologischen Gesellschaft 1888. 694.

[2]) Neues Jahrbuch der Mineralogi 1893. I. 284.

[3]) Groth's Zeitschrift 8. 541.

einem Schmelzflusse entstanden sind; sie sind daher keine Fragmente eines unveränderten oder nur teilweise umgewandelten alten Cordierit führenden Eruptivgesteins oder krystallinen Schiefers innerhalb dieser Auswürflinge.

Auch aus dem Verhalten des Cordierits in dem Andesit von Cabo de Gata[1]) ergiebt sich in Übereinstimmung mit den bisher bekannten Vorkommen in älteren und jüngeren Eruptivgesteinen, dass der Cordierit ursprünglich nur als Einschluss vorhanden ist, dass aber eine teilweise Auflösung und Wiederauskrystallisierung desselben stattgefunden hat, deren künstliche Nachahmung im Laboratorium selbst Osann nicht gelungen ist.[2])

Der Cordierit ist also in Eruptivgesteinen in drei verschiedenen Arten des Auftretens beobachtet worden.

1. Als Ausscheidungen aus dem Schmelzfluss im krystallisierten Zustande. Hierher gehören die Cordierite in Graniten und Quarzporphyren. Ein Teil dieser Cordierite, namentlich solche in jüngeren Eruptivgesteinen, ist wiederum zur Ausscheidung gelangt, nachdem im Magma cordierithaltige fremde Gesteinsbruchstücke eingeschmolzen sind. Derartige Cordierite sind mehr oder weniger gut krystallisiert und oft verdrillingt. Eine Einlagerung mit Sillimanit findet bei diesen Cordieriten gewöhnlich nicht statt. Es ist bemerkenswert, dass in den jüngeren Eruptivgesteinen der krystallisierte, wahrscheinlich ausgeschiedene Cordierit sich vorwiegend da findet, wo auch Bruchstücke cordierithaltigen Gesteins angetroffen werden.
2. Als übrig gebliebene Reste aus cordierithaltigen Felsarten, die als Bruchstücke von dem Eruptivgestein umschlossen sind.
3. Als randliche Neubildung um ursprünglich cordieritfreie Gesteinsbrocken.

Die in Eruptivgesteinen vorkommenden Cordierite sind meistens stärker pleochroitisch als die der normalen krystallinen Schiefer und der Contacthöfe.

[1]) Zeitschrift der geologischen Gesellschaft 1888. 694. Neues Jahrbuch der Mineralogie 1891. I. 86.

[2]) Neues Jahrbuch der Mineralogie 1891. I. 109. — Zirkel, Lehrbuch der Petrographie 1. 367.

Schliesslich tritt der Cordierit in contactmetamorphischen Gesteinen auf, insbesondere in Contacthöfen um Granite und Diorite. Die sogenannten Contacthornfelsen enthalten denselben bisweilen; auch die getreidekornähnlichen Gebilde des sogenannten Fruchtschiefers bestehen mehrfach aus Cordierit oder dessen Umwandlungsprodukten. Diese Cordierite sind reich an fremden Interpositionen wie Biotitblättchen, Sillimanitnadeln, rundlichen Quarzen, zuweilen enthalten sie auch noch Spinell, Titaneisen, Korund und Rutil. Innerhalb der kohligen Materie beobachtet man auch Partikelchen von Eisenkies, vielleicht auch Körnchen von Andalusit und Zirkonkryställchen.

Zirkel wies 1890 nach, dass auch die deutschen verglasten Sandsteine kleine Einschlüsse von Cordierit zeigen.

Grössere Kryställchen von Cordierit finden sich in Deutschland in den verglasten Sandsteinen des Habichtswaldes.[1])

Ganz analog ist das später von Lacroix beobachtete sehr reichliche Vorkommen des Cordierits in Frankreich in den durch Kohlenbrände veränderten und verglasten Schieferthonen von Cransac im Departement Avayron und von Commentry im Departement Allier.

Eine besondere Art des Auftretens von Cordierit als Contactprodukt bildet seine häufige Gegenwart als sehr kleine Krystalle in einer Glasmasse, die in den vom Basalt beeinflussten sogenannten verglasten Sandsteinen entstanden ist.

Auch Prohaska beobachtete 1885 in Kärnthen[2]) in einer Glaszone, die in dem Basalte von Kollnitz im Levantthale stark veränderte schiefrige und quarzitische Einschlüsse umgiebt, neben Spinell auch Cordierit. Von diesen zeigten nur einige eine bläulich violette Farbe. Da die Schieferbrocken frei von Cordierit sind, so ist Prohaska der Ansicht, dass derselbe hier durch die Vermischung des Basaltmagmas mit der durch das randliche Einschmelzen der Einschlüsse gelieferten Masse sich bildet.

Die aus Tonalit, einem Biotit führenden Quarzdiorit, gebildete Westseite der Adamellogruppe von Val d'Avio[3]) bis

[1]) Neues Jahrbuch der Mineralogie 1891. II. 109.

[2]) Neues Jahrbuch der Mineralogie 1891. II. 109.

[3]) Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 1890. 450. — Neues Jahrbuch der Mineralogie 1892. I. 286.

zum Passau Galinera ist von andalusitreichen Cordieritgesteinen umgeben, welche durch Contactmetamorphose des Tonalits aus normalen Gneissen und Glimmerschiefern entstanden sind. W. Salomon, der die geologischen und petrographischen Verhältnisse am Monte Aviólo des italienischen Anteils der Adamellogruppe genau beschrieben hat, glaubt, da der Cordierit und faserige Orthoklas in den unveränderten Gneissen und Glimmerschiefern des äusseren Randes auftreten, dass diese ebenso wie die umschlossenen Quarzkörnchen Neubildungen in der Contactzone sind. In den Gesteinen der dortigen älteren Schieferabteilung sind speciell als Hauptbestandteile der Cordierit, Andalusit, Quarz, Plagioklas und der weisse und schwarze Glimmer zu nennen. In den Gesteinen der Adamellogruppe tritt der Cordierit, wo er beobachtet wurde, in kleinen farblosen, meist verzwillingten Krystallen auf, und wenn Spaltbarkeit nach dem Brachypinakoid vorhanden, so laufen nach Salomon die Risse nie ganz parallel. Wo der Cordierit in Contactfelsen mit Quarz auftritt, findet man häufig gute Krystallformen. Der Quarz füllt die Räume zwischen den Krystallflächen der Cordierite aus. Unregelmässig pflegen die Krystallformen zu sein, wenn die Cordierite dicht gedrängt mit Feldspat, Andalusit und Glimmer zusammenstossen. Die Zersetzung folgt mit Vorliebe zunächst den Krystallgrenzen und Spaltrissen, dann erst dringt die Zersetzung in das Innere der Krystalle ein. Bei den Umwandlungsvorgängen selbst treten zuerst grünliche, fasrige, pinitische Substanzen auf, welche, teils die Krystalle umgeben, teils sie in Form von Strängen durchziehen, wobei sie gern zwei senkrecht aufeinander stehende Richtungen verfolgen. Von den Hauptsträngen gehen nach zwei Seiten kleinere sekundäre aus, die immer weiter in die Krystalle hineinwachsen, bis schliesslich die ursprüngliche Substanz vollständig verzehrt ist. Bei dieser Umwandlung können die Krystallumrisse erhalten bleiben, und erst bei gekreuzten Nikols erkennt man an der Aggregatpolarisation, dass man nicht mehr eine einheitliche Masse vor sich hat. Aus diesen wohl pinitischen Umwandlungsprodukten bildet sich dem Anscheine nach durch einen weiteren Zersetzungsvorgang Muscovit heraus. Neben der beschriebenen Zersetzung kommt, wenn auch seltener ein anderer Umwandlungsprocess vor, bei welchem Serpentin-

ähnliche meist gelb oder gelbbraungefärbte, nicht faserige sondern einheitliche Produkte entstehen. Salomon fand auch in diesen Cordieriten ausser dem Biotit eine Reihe anderer seltener Mineraleinschlüsse, wie Sillimanit, Titaneisen und Zirkon.

Auch A. Pelikan untersuchte 1891 ein vom Monte Doja[1]) in der Adamellogruppe und von W. Süss braunroter Porphyr benanntes Cordieritgestein, dessen feinkörnige Grundmasse aus Biotit, Plagioklas, Orthoklas, Zirkon und Turmalin bestand. In dieser liegen viele hirsekorngrosse an den Umrissen abgerundete Cordieritkörner, die von Zirkon und Turmalin eingeschlossen sind. Pelikan benannte dieses Gestein, welches ein Produkt der Contactmetamorphose ist, Cordierithornfels. Auch in einem Andalusithornfels der Steiger Schiefer entdeckte derselbe einen ähnlichen Cordierit, welcher statt der Glimmerblättchen jene zahlreichen schwarzen Stäubchen umschliesst, die Rosenbusch als sogenanntes schwarzes Pigment bezeichnet. Pelikan ist auf Grund vieler Vergleiche der Ansicht, dass die Knoten der Knotenschiefer das Anfangsstadium der Cordieritbildung darstellen, weil in unveränderten Schiefern kein Cordierit vorkommt.

In Japan findet man nach den Untersuchungen von Yasushi Kikuchi[2]) auf der Grenze der Provinzen Shimotsuke und Kodsuke am Watarase-gawa, einem Nebenflusse des Tone-gawa, eine elf Kilometer lange und fünf Kilometer breite Granitpartie, die von paläozoischen Grauwacken, Hornsteinen und Schiefern gebildet ist. Der Granit besteht aus Quarz, Orthoklas und Biotit mit Granat, Zirkon etc. Der sehr veränderte Schiefer schliesst neben dem Granit centimetergrosse Cordieritkrystalle ein. Die äussere Form der Krystalle ist mehr oder weniger unregelmässig und die Basis sechseckig. Die Umgrenzungen sind mit einer schwarzen Schiefermasse versehen. Im Innern der Krystalle liegt parallel den äusseren Seiten ein regelmässig sechseckiger Kern, der ebenfalls mit einer schwarzen Schieferzone umgeben ist. Ganz frisch sind die Krystalle farblos. Reinigt man die Krystalle mit Salzsäure, um dieselben von anhängendem Eisenoxydhydrat zu befreien, so sind sie schwach

[1]) Tschermak's Mitteilungen 12. 156. — Neues Jahrbuch der Mineralogie 1892. I. 286.

[2]) Neus Jahrbuch der Mineralogie 1863. 315.

bläulich und zeigen keinen merklichen Pleochroismus. Durch Zersetzung entstehen rötliche oder grünliche Krystalle. In den Auswürflingen des Asama Yama fand man auch Zwillinge und Drillinge von Cordierit.

Cordierithaltiger Hornfels findet sich auch in Deutschland im Harz am Meinekenberge[1]) zwischen Granit; häufiger noch in der Gegend von Ocker und Radau.

Dieser in mikroskopischer Feinheit auftretende Cordierit[2]) kann nur als eine Ausscheidung aus der Schmelzmasse, nicht als ein von der Einschmelzung verschont gebliebenes Ueberbleibsel angesehen werden. Die ihn enthaltende Glasmasse kann durch die Einschmelzung des zwischen den Quarzkörnern des Sandsteins befindlichen kalkigen oder dolomitischen mergelig-thonigen Bindemittels entstanden sein, oder aber auch durch eine Vermischung dieses gebildeten Schmelzflusses mit noch hinzu gelangendem Basaltmagma. Es bilden also diese mikroskopischen Cordierite des mitteldeutschen verglasten Sandsteines Beispiele für die Ausscheidungsfähigkeit des Minerals aus einer geschmolzenen Masse. Letzteres zeigt eine Aehnlichkeit mit den von Prohaska beschriebenen Vorkommen in Kärnthen und zu den von Osann untersuchten scharf umgrenzten, grösseren Cordieritkrystallen des Glimmerandesits des Hoyazo am Cabo de Gata, dessen oben (Seite 23) bereits Erwähnung gethan ist. Dort sind sie aus einem Magma herauskrystallisiert, in welchem cordieritreiche Gneisseinschlüsse resorbiert worden sind.

Nachdem das Vorkommen des Cordierits in Sediment-, Eruptiv- und umgewandelten Gesteinen geschildert worden ist, bleibt nun noch zu erwähnen das Auftreten auf sekundärer Lagerstätte. So liegen in Deutschland, speciell in Sachsen, kleinere Cordieritgeschiebe zwischen Obergräfenhain und Lunzenau bei Schlaisdorf und Görzenhain.

Auch in Auswürflingen findet sich der Cordierit und zwar am Laacher See.[3]) Sandberger erwähnte schon 1845,

[1]) Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 1881. 707.

[2]) Neues Jahrbuch der Mineralogie 1891. II. 109.

[3]) Geologische Zeitschrift 1853. 381; 1867. 472. Neues Jahrbuch der Mineralogie 1867. 865.

bei Beschreibung der Mineralien des genannten Sees, dass der Cordierit sich dort in einem gneissartigen Gestein in blaugrauen Körnern fände. Th. Wolff untersuchte 1867 diese Gesteine näher und fand, dass sie bald schiefrig, bald mehr massig sind. Das Auftreten des Cordierits giebt dem Gestein eine bläuliche Farbe. Neben Biotit und Sanidin treten accessorisch Sapphir, Korundkryställchen, Granat, Diopsid, schwarzer Spinell, Disthen und Magneteisen hinzu. Die Cordieritgesteine kommen hier ferner in halbgeschmolzenem Zustande oder auch in eine bimsteinartige Masse umgewandelt vor.

Auch in einem erratischen Block am Heller bei Dresden[1]) fand man Cordieritgneiss. Derselbe war mittelkörnig und bestand hauptsächlich aus Orthoklas, Plagioklas, Biotit, Quarz, Cordierit, Granat und Sillimanit. Doss, der diesen Gneiss 1889 näher untersuchte, fand ihn mit den bekannten Gesteinen aus dem sächsischen Granulitgebirge und denjenigen aus Skandinavien übereinstimmend.

Lossen fand im Harz 1881 ein Cordieritgneissstück, das in Geschieben des aus dem Schneeloch auf der Westseite des Brockens fliessenden Quellwasser gelegen hatte und demnach wahrscheinlich als ursprünglicher Einschluss des Brockengranits anzusehen war. Das Gestein bestand aus einer hellen bis dunklen Quarzmasse, in der Granat, dunkle Glimmerblättchen und kleine Cordieritstücke lagen.[2])

In Brasilien findet sich unter den wasserhellen Topasgeschieben als Seltenheit Cordierit. Groth fand im Jahre 1883 in einer Mineraliensammlung Strassburgs[3]) ein solches Stück, das hier als Topas bezeichnet war. Es war ein 1½ cm langer und fast 1 cm breiter prismatischer Krystall, der den unter dem Namen „Pingos d'agoa“ (Wassertropfen) bekannten Topasgeschieben sehr ähnlich war. Er zeigte aber keine Spaltbarkeit, sondern einen muscheligen Bruch. Aus dem spec. Gewicht (2,6699) und durch Winkelmessung stellte sich heraus, dass es Cordierit sein müsse. Da der brasilianische Cordierit in dickem Krystall noch farblos ist, so glauben Oebbeke und

---

[1]) Neues Jahrbuch der Mineralogie 1890. II. 343.

[2]) Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 1881. 707.

[3]) Groth's Zeitschrift 7. 594.

Groth annehmen zu dürfen, dass der Pleochroismus von einem färbenden Pigment herrühren müsse.

Wolff, Zirkel, G. vom Rath und Quenstedt glauben nicht an eine vulkanische Bildung dieser Cordieritgesteine.[1] Nach Zirkel erscheint Cordierit nicht mehr in jüngeren krystallinen Gesteinen; nach Quenstedt scheint der Cordierit für das Urgebirge das zu sein, was der Olivin für die vulkanischen Gesteine ist; schliesslich schreibt G. vom Rath wörtlich:

> „Der Cordierit, welcher durch die den Auswurf begleitende Hitze meist halb oder ganz geschmolzen ist, kann ebenso wenig wie der Cyanit als ein Erzeugnis weder neu- noch altvulkanischer Thätigkeit betrachtet werden."

Sehr bekannt ist der Cordierit in Geschieben Ceylons[2], wo er unter dem Namen „Luchs-Wasser-Sapphir" bekannt ist, er bildet dort sehr glatte und schön gefärbte Stücke.

Wie schon mehrfach erwähnt, bildet der Cordierit den Anfangspunkt einer Reihe von Uebergängen, deren Endprodukt Kaliglimmer ist; namentlich wenn er in Gneissen vorkommt, verwandelt er sich in flaserige und blättrige Aggregate. Die näheren Vorgänge bei einer solchen Umwandlung schildert H. Credner von dem Seite 11 erwähnten Cordieritgneisse Lunzenau's und des Göhrener Eisenbahnviaduktes.[3]

Der Feldspat dieses Cordieritgneisses wird mürbe und erdig, die Festigkeit wird immer geringer und aus dem Biotit entwickelt sich ein grünlich-grauer Glimmer, welcher das Gestein in dünnen Häutchen durchzieht. Die Bildung des Kaliglimmers geschieht auf Kosten der beiden Hauptgemengteile des Cordieritgneisses. Der Orthoklas liefert bei der Zersetzung das kieselsaure Kalium, der Cordierit die kieselsaure Thonerde; beide zusammen bilden den Kaliglimmer. Gleichzeitig werden die entstehenden Eisenoxydul- und Magnesiaverbindungen als Carbonate weggeführt. Die Eisenoxydulsalze gelangen zur

[1]) Geologische Zeitschrift 1853. 381; 1867. 472. Neues Jahrbuch der Mineralogie 1867. 865.

[2]) Roth's chemische Geologie I. 363. — Hintze, Mineralogie II. 930. Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie I. 475.

[3]) Deutsche geologische Zeitschrift 1874. 104..

Ausscheidung und zwar als Eisenoxydhydrat, das sich in Form zarter Inkrustate von gelber oder brauner Farbe überall da abscheidet, wo es in das Gestein in gelöstem Zustande eindringen kann. So entsteht aus der ursprünglich blaugrauen eine schmutzig braune Farbe. Mit dieser Bildung verschwinden das Krystallgefüge und die durch dasselbe bedingten Erscheinungen der pleochroitischen Höfe; die Härte und der Glanz nehmen ebenfalls ab. Durch Aufnahme von Wasser und Abnahme der Kieselsäure, oder durch Hinzutreten von Kalisalzen und Wasser unter Verdrängung der Magnesia, oder endlich durch Verringerung des Wassergehaltes entstehen viele Zersetzungsprodukte und Pseudomorphosen, als da sind:

Aspasiolith, Auralit, Bonsdorffit, Chlorophyllit Esmarkit, Fahlunit, Gigantolith, Groppit, Iberit, Oosit, Peplolith, Pinit, Polychroilith, Prasiolith, Pyrargillit, Raumit, Triklasit und Weissit.

Aus dem Angeführten ersieht man, dass sich viele Geologen und Mineralogen mit dem Cordierit beschäftigt haben. Auch viele Chemiker bemühten sich, den Cordierit genauer zu bestimmen, doch sind diese Analysen zum Teil so mangelhaft und ungenau, dass die meisten derselben bei dem heutigen Stande der Wissenschaft völlig wertlos sind.

Scheerer untersuchte 1846 den Cordierit von Krageroe und stellte die Formel auf:

$$\overset{\prime}{R}_3\ \overset{\prime\prime\prime}{Si}_2 + 3\ \overset{\prime\prime\prime}{\bar{R}}\ \overset{\prime\prime\prime}{Si}$$

Den stets noch vorhandenen Eisengehalt nahm er als Oxyd an; Strohmeyer, Gmelin und Schütz dagegen hatten es früher als Oxydul aufgefasst.[1]) Rammelsberg[2]) wiederum war anfangs der Ansicht, dass das Eisen als Oxyd vorhanden sei und untersuchte 1875 mehrere Cordierite verschiedener Fundorte und kam dabei auf die Formeln:

$$Mg_2\ Al_4\ Si_5\ O_{18}$$
$$\text{und}\ Mg_3\ Al_6\ Si_8\ O_{28}$$

Die in den Analysen stets gefundene Wassermenge liess er unberücksichtigt, vermutete jedoch, dass das Eisen wohl in

[1]) Poggendorf's Annalen 1846. 68. 319. Americ. Journ. 1892. 43. 13.
[2]) Rammelsberg, Mineralchemie 1875. 653.

verschiedenen Oxydationsstufen vorhanden sein müsse und sprach den Wunsch aus, dass man in den späteren Analysen dies berücksichtigen möge.

Im Jahre 1892 untersuchte O. C. Farrington einen Cordierit von Guilford und fand im Mittel von zwei Analysen folgende Zusammensetzung:

SiO_2	= 49,50	= 0,825	= 0,825	= 5
Al_2O_3	= 33,01	= 0,324	= 0,326	= 1,98
Fe_2O_3	= 0,38	= 0,002		
FeO	= 5,12	= 0,071		
MnO	= 0,29	= 0,004	= 0,335	= 2,03
MgO	= 10,42	= 0,260		
H_2O	= 1,62	= 0,090	= 0,090	= 0,45
	100,34			

In demselben Jahre untersuchte J. Brush einen Cordierit von Haddam, und das Resultat im Mittel zweier Analysen war:

SiO_2	= 49,14	= 0,819	= 0,819	= 5
Al_2O_3	= 32,84	= 0,322	= 0,326	= 1,99
Fe_2O_3	= 0,63	= 0,004		
FeO	= 5,04	= 0,070		
MnO	= 0,19	= 0,003	= 0,333	= 2,03
MgO	= 10,40	= 0,260		
H_2O	= 1,84	= 0,102	= 0,102	= 0,62
	100,08			

Bei der Wasserbestimmung fand Farrington, dass bei den Cordieriten bei einer Temperatur von 100° noch kein Wasserverlust, wohl aber bei höherer Temperatur zu bemerken sei; er schloss hieraus, dass es als Constitutionswasser vorhanden sein müsse. Ferner glaubte er, annehmen zu müssen, dass das Wasser an Magnesium als „Mg · OH" gebunden sei. Aus diesem Grunde stellte er die Formel auf:

$$H_2O \cdot 4\,(Mg\,Fe)\,O \cdot 4\,Al_2O_3 \cdot 10\,SiO_2$$

oder zusammengezogen:

$$H_2\,(Mg\,Fe)_4\,Al_8\,Si_{10}\,O_{37}$$

Zur Bestätigung dieser Formel und um den Eisenoxydgehalt neben dem Oxydulgehalt zu berücksichtigen, untersuchte ich mehrere Cordierite und gelangte auf Grund meiner Analysen der Fundorte Orijärvi (3 Stück), Bodenmais (2 Stück),

Fahlun, Tvedestrand (2 Stück), Bamle (2 Stück) und Krageroe zu derselben oder doch annähernd derselben chemischen Zusammensetzung.

Diese immerhin noch etwas complicierte Formel dürfte wohl darauf zurückzuführen sein, dass die zur Untersuchung gelangten Cordierite stets schon in Zersetzung begriffen waren. Sollte es gelingen absolut unzersetztes Material zu bekommen, dürfte das Resultat der Analyse wohl eine einfachere Formel zeigen.

Qualitative Analyse.

Die qualitative Untersuchung ergab bei den Cordieriten von Orijärvi, Bodenmais, Fahlun, Tvedestrand, Bamle und Krageroe: Kieselsäure, Eisenoxyd und Eisenoxydul, Thonerde, Calcium und Magnesium und deutliche Mengen von Manganoxydul. Sehr geringe Mengen von Nickel respective Kobalt konnte ich bei diesen Cordieriten mit Sicherheit nachweisen. Die spröden zwischen den Härtegraden 7—8 liegenden Cordierite konnten nur schwierig in ganz dünnen Splittern vor dem Lötrohr bei andauerndem Blasen zum Schmelzen gebracht werden.

Quantitative Analyse.

Zur quantitativen Bestimmung wurden von dem grob zerstückelten Cordieritmaterial mit Hülfe eines Vergrösserungsglases nur die schönsten, klar bläulichen bis weiss bläulichen durchsichtigen Splitterchen herausgelesen. Diese wurden in einem Stahlmörser soweit zerkleinert, dass eine Korngrösse erzielt wurde, die gerade noch durch ein Sieb ging, das auf ein Centimeter Länge zehn Maschen hatte. Ein Magnet befreite das soweit hergerichtete Material von den beigemengten Eisenpartikelchen, die beim Zerreiben der Substanz im Stahlmörser mit hineingekommen waren. Das beim Zerstossen stets miterhaltene Pulver wurde mittels eines noch engmaschigeren Siebes von den gröberen Körnchen getrennt, weil die Beobachtung lehrte, dass das abgesiebte Pulver trotz der Hülfe des Magneten immer noch Spuren von Eisen enthielt. Das

Pulver wurde mit warmer Salzsäure behandelt und zu dem farblosen Filtrat einige Tropfen Salpetersäure hinzugefügt. Durch diese Oxydierung entstand meist eine bemerkbare schwach gelbliche Färbung, und auf Zusatz von Ferrocyankalium erschien die so charakteristische Farbe von Berlinerblau. Da also das fein zerteilte Eisen mechanisch nicht vollständig von dem Pulver zu trennen war, so wurde zur quantitativen Bestimmung stets das auf dem Siebe gebliebene gröbere Material genommen und in einer Achatreibschale pulverisiert. Dieses Pulver wurde in der angeführten Weise mit warmer Salzsäure behandelt, dem erhaltenen Filtrat einige Tropfen Salpetersäure zugefügt und so auf Eisen controlliert. Das Filtrat blieb meist farblos und gab mit Ferrocyankalium keine Blaufärbung. Nur bei einem Cordierit und zwar vom Fundorte Fahlun enthielt auch dieses sorgfältig ausgesuchte Pulver Eisen, was dadurch bedingt scheint, dass dieser Cordierit vollständig mit Magnetkies durchsetzt ist.

Das im Achatmörser erhaltene Pulver wurde durch vorher gewaschene und dann getrocknete Leinwand gebeutelt und somit ein äusserst feines Pulver erhalten. Bei allen durch Säuren nicht zerlegbaren Silikaten ist es nämlich durchaus ratsam, dieselben zu beuteln, da trotz sorgfältigen Pulverisierens immer noch kleine Kryställchen vorhanden sein können, die sich später etwas schwer aufschliessen lassen.

Das so erhaltene Cordieritpulver wurde 24 Stunden lang in einem Exsikkator getrocknet und zu einer quantitativen Bestimmung circa 0,5 bis 1 gr. genommen. Das Pulver wurde sorgfältig mit der sechs- bis zehnfachen Menge trockenen kohlensauren Natriums vermischt und im Gebläse so lange geschmolzen, ($^1/_2$—$^3/_4$ Stunde) bis die Masse ruhig floss und keine Kohlensäure mehr entwich. Während gewöhnlich die Silikate mit einem Gemenge von Kalium- und Natriumcarbonat aufgeschlossen werden, schien sich diese Methode für die Cordierite nicht gut zu eignen; es blieb häufig ein kleiner Teil der genommenen Menge unzersetzt, was aber nicht zur Erscheinung kam, wenn reines kohlensaures Natrium zur Verwendung genommen war. Der Aufschluss dauerte zwar stets länger, da bekanntlich Natriumcarbonat schwer schmilzt und somit eine höhere Temperatur erfordert, als das Natrium-Kaliumcarbonat. Ich erhielt so ein stets durch Säuren voll-

kommen zerlegbares Silikat. Nach dem Erkalten der Schmelze wurde dieselbe ohne Verlust in einem bedeckten Becherglase in Salzsäure haltigem Wasser aufgelöst. Wenn nach weiterem vorsichtigen Zusatz von concentrierter Salzsäure kein Aufbrausen stattfand, wurde die Flüssigkeit auf dem Wasserbade eine kurze Zeit lang erwärmt, um die absorbierte Kohlensäure zu verjagen. Um nun die in die salzsaure Lösung übergegangene Kieselsäure quantitativ abzuscheiden, wurde die Flüssigkeit in einer Platinschale auf dem Wasserbade zur Trockne verdampft. Dieser Rückstand, drei- bis viermal mit etwas concentrierter Salzsäure befeuchtet, wurde auf dem Wasserbade zu einem staubtrocknen Pulver gebracht. Durch diese Behandlung ist man sicher, dass etwa vorhandene Oxyde vollständig in Lösung gehen. Schliesslich wurde dieser Rückstand noch in einem Thermostat einige Stunden lang bis auf 140^0 erwärmt. Diese hohe Temperatur ist unbedingt nötig, weil allein hierdurch die Kieselsäure vollständig unlöslich gemacht wird.

Darauf wurde abermals etwas concentrierte Salzsäure hinzugefügt und die Schale bei gelinder Temperatur circa eine Stunde lang stehen gelassen, um die gebildeten basischen Chloride in leicht lösliche überzuführen. Nach Behandlung des Rückstandes mit heissem Wasser, wurde die ungelöst gebliebene Kieselsäure abfiltriert und mit siedendem Wasser so lange ausgewaschen, bis einige Tropfen des Filtrats mit Silbernitrat und Ansäuerung mit einem Tropfen Salpetersäure keine Trübung von Chlorsilber hervorriefen. Die Kieselsäure wurde hierauf bei 100^0 getrocknet, alsdann im Platintiegel durch Glühen im Gebläse zum constanten Gewicht gebracht.

Das auf circa 100 ccm. eingedampfte Filtrat wurde mit einigen Tropfen concentrierter Salpetersäure bis zum Sieden erhitzt und dadurch eine Oxydierung der Eisenoxydulverbindungen zu Oxydsalzen bewirkt. Jetzt wurde diese Lösung mit Ammoniumcarbonat neutralisiert und circa 3 gr. Ammoniumacetat hinzugefügt.

Da das in den Handel gelangende essigsaure Ammonium stets etwas sauer reagiert, musste dasselbe vor seiner Anwendung genau neutralisiert werden; es geschah dies auf folgende Weise: Das in Wasser gelöste Ammoniumacetat wurde mit einem Tropfen Phenolphtaleïn versetzt und dann mit

Ammoniak möglichst neutralisiert oder doch nur eine geringe Spur sauer gelassen. Dieses Gemisch wurde nun bis zum Kochen erwärmt. Der entstandene basisch-essigsaure Niederschlag von Eisen und Thonerde wurde kochend heiss abfiltriert, nach mehrmaligem Auswaschen mit kochendem Wasser in Salzsäure aufgelöst, die Essigsäure durch Eindampfen mit Schwefelsäure verjagt und die mit etwas Säure aufgenommene Lösung wiederum neutralisiert und mit neutralem essigsauren Ammonium nochmals gefällt und filtriert. Die Filtrate des ersten und letzten Niederschlages wurden behufs Fällung des Mangans vereinigt.

Der Eisen-Thonerde-Niederschlag wurde in Salzsäurehaltiger Schwefelsäure gelöst, eingedampft, dann mit Wasser und Schwefelsäure aufgenommen und auf ein bestimmtes Volumen gebracht. Von dieser Flüssigkeit wurde ein gemessener Teil mit Ammoniak gefällt, bis zur möglichsten Vertreibung des zugesetzten Reagens erhitzt und die Gesamtsumme von Eisen- und Aluminiumhydroxyd als Oxyde bestimmt. Es geschah dies auf die Weise, dass der Niederschlag auf ein Filter gebracht, mit kochend heissem Wasser ausgewaschen, bei 100° getrocknet und im Gebläse so lange geglüht wurde, bis derselbe ein constantes Gewicht zeigte. Da nur in einem Teile der ganzen Flüssigkeit auf diese Weise die beiden Oxyde bestimmt wurden, so musste selbstverständlich die Gewichtsmenge dieses Niederschlages auf die ganze Flüssigkeitsmenge umgerechnet werden.

Eine zweite abgemessene Menge der schwefelsauren Lösung wurde nach Zusatz eines Tropfens stark verdünnter Platinchloridlösung mit Zink in einem mit Sicherheitsventil versehenen Erlenmayer'schen Kölbchen reduciert. Die beendete Reduktion wurde daran erkannt, dass ein Tropfen dieser Flüssigkeit auf ein Uhrgläschen gebracht mit Rhodankaliumlösung sich nicht mehr rötete. Nach erlangter Ueberzeugung von dem Nichtvorhandensein von Eisenoxyd wurde, nach Wieder-Oxydierung des erhaltenen Eisenoxyduls mit eingestellter Kaliumpermanganatlösung, die Bestimmung des Eisens vorgenommen. Die ermittelte Oxydmenge des Eisens, auf die ganze Flüssigkeitsmenge umgerechnet, wurde von der Summe des vorhin bestimmten Eisen- und Aluminiumoxyd in Abzug

gebracht und dadurch auch der wirkliche Gehalt der Thonerde erfahren.

Das von diesen beiden Niederschlägen befreite vereinigte Filtrat schied beim Eindampfen, wenn nicht mit genau neutralisiertem essigsaurem Ammon gearbeitet wurde, stets noch geringe Mengen weisser Flocken von reiner Thonerde ab. Dieselben wurden abfiltriert, ihr Gewicht ermittelt und zu der vorher schon bestimmten Thonerde hinzugerechnet. Die nun vollständig von den genannten Substanzen befreite Flüssigkeit wurde mit Natriumhydroxyd (das aus Natrium dargestellt sein muss), und Bromwasser versetzt und durch Filtration der etwa entstandene geringe Niederschlag von Mangantetrahydroxyd entfernt und dieser dann nach anhaltendem Glühen als Manganoxyduloxyd gewogen.

Zur Controlle wurde auch das Mangan nach der Methode Volhard's festgestellt, indem das etwas eingedampfte Filtrat mit Bromwasser versetzt und der entstandene Niederschlag abfiltriert wurde. Dieser wurde mit schwefliger Säure haltigem Wasser aufgenommen und nach Vertreiben der überschüssigen Säure das Mangan nach Volhard mit eingestellter Kaliumpermanganatlösung filtriert.

Das Calcium wurde in der klaren etwas eingedampften bis zum Sieden erhizten (eventuell noch mit Ammoniak alkalisch gemachten) Flüssigkeit mit Ammoniumoxalatlösung als oxalsaures Calcium gefällt. Nach eintägigem Absetzen wurde der Niederschlag abfiltriert, mit heissem Wasser gut ausgewaschen, alsdann getrocknet und im Platintiegel nach längerem vorsichtigem Glühen über dem Gebläse bis zum constanten Gewicht als Calciumoxyd festgestellt.

Zur Bestimmung der Magnesia wurde die vom Kalk befreite Lösung in der Kälte mit etwas Chlorammonium, viel Ammoniak und soviel Ammoniumphosphat versetzt, bis kein Niederschlag mehr entstand. Nach zwölfstündigem Absetzen des gebildeten krystallinischen Magnesium-Ammoniumphosphates wurde abfiltriert und mit 4% Ammoniaklösung so lange ausgewaschen, bis einige Tropfen der ablaufenden Flüssigkeit mit Salpetersäure angesäuert nur ganz schwach mit Silbernitrat opalisierten. Nach dem Trocknen wurde der ganze Niederschlag auf ein Uhrgläschen gebracht und das Filter zuerst für

sich in einem Porzellantiegel bis zur weissen Asche veräschert dann erst wurde der Niederschlag hinzugegeben und über einem gewöhnlichen Brenner bis zum constanten Gewicht geglüht. Aus dem hierdurch erhaltenen Magnesiumpyrophosphat wurde durch Umrechnung der wirkliche Magnesiumoxydgehalt festgestellt.

Da sämtliche Cordierite nach dem qualitativen Nachweis neben Eisenoxyd noch Eisenoxydul enthielten, so musste auch dieses bei der quantitativen Bestimmung berücksichtigt werden. Als die beste Methode erwies sich wiederum der Aufschluss im geschlossenen Rohre mit ziemlich concentrierter Schwefelsäure (1+1). Da das Gestein, auch bei mehrtägigem anhaltendem Erwärmen, sich nicht vollständig zersetzte, wurden die Röhren im Paraffinbade ein bis zwei Tage bis auf 200° erhizt. Bei dieser hohen Temperatur schloss es sich vollkommen auf. Dann wurden die Röhren mit erkaltetem ausgekochtem Wasser in ein Bechergläschen gut ausgespült und durch Titration mit eingestellter Kaliumpermanganatlösung der wirkliche Eisenoxydulgehalt erfahren.

Nach Umrechnung desselben auf Eisenoxyd und Abzug dieses vom vorher ermittelten Gesamteisenoxyd (Seite 35) wurde die wahre Eisenoxydmenge ermittelt.

Da alle Cordierite noch Wasser enthielten, wurde zur Bestimmung desselben das vorher im Exsikkator getrocknete Pulver genommen, in einem Porzellanschiffchen in ein Verbrennungsrohr gebracht und in derselben Weise wie bei der quantitativen Analyse organischer Verbindungen verbrannt. Durch Zunahme des vorher gewogenen Chlorcalciumrohres wurde die Menge des Constitutionswassers bestimmt.

Nebenbei wurde das Hydratwasser auch durch sorgfältiges Glühen der gepulverten Substanz in einem hohen Platintiegel bestimmt. Die Resultate waren dieselben wie die nach der vorigen Methode ermittelten, so dass man das Constitutionswasser in den Cordieriten nur nach dieser weit leichter ausführbaren Methode zu bestimmen braucht.

Es war ferner interessant zu erfahren, bei welcher Temperatur der Wasserverlust eintritt, und wie hoch die Erwärmung gesteigert werden muss, um das vorhandene Wasser aus dem Cordierite zu entfernen. Dieser Versuch wurde bei den Cordieriten von den Fundorten: Orijärvi No. 1—3, Bodenmais

No. 1; Tvedestrand No. 2, Bamle No. 2 und Krageroe in folgender Weise ausgeführt: Das im Exsikkator getrocknete Cordieritpulver wurde in einen Platintiegel gebracht und im Thermostat zunächst zwei Stunden lang einer Wärme von 100° ausgesetzt. Bei dieser Temperatur zeigte keiner der Cordierite einen Gewichtsverlust. Der Cordierit von Krageroe gab allerdings bei 100° einen Verlust von 0,007, doch braucht diese Zahl wohl nicht berücksichtigt zu werden. Hierauf wurden die Cordierite zwei Stunden lang einer Temperatur von 125° ausgesetzt; es zeigte sich jetzt ein Gewichtsverlust von 0,01—0,084. Dann wurde die Erwärmung zwei Stunden lang auf 150, 175, 200, 250° gesteigert. Sobald sich ein Wasserverlust einstellte, so zeigte sich dieser immer schwankend zwischen 0,009—0,088. Der grösste Verlust trat selbstverständlich ein, wenn die Cordierite geglüht wurden. Die einzelnen Wasserverluste erläutert folgende Tabelle:

	I Orijärvi No. 1	II Orijärvi No. 2	III Orijärvi No. 3	IV Boden-mais No. 1	VIII Tvede-strand No. 2	X Bamle No. 2	XI Kra-geroe
100°		—	—	—	—	—	0,007
125°	—	0,039	0,070	0,084	0,079	0,041	0,010
150°	0,053	0,088	0,009	0,009	0,028	0,028	0,014
175°	0,027	0,031	0,014	0,041	0,014	0,017	-
200°	0,061	0,023	0.041	0,010	0,080	0,084	0,061
250°	0,048	0.066	0,044	0,030	—	0,009	—
geglüht	2 051	1.830	2.330	1.570	1,296	1.451	1,470
	2,240	2,077	2.508	1,744	1,497	1,630	1.562

Bei der Untersuchung der Cordierite ist es ferner von Interesse das Verhalten derselben gegen die verschiedenen Säuren zu erfahren; es wurden aus diesem Grunde einige Gesteine (von Orijärvi No. 1; Bodenmais No. 1; Fahlun; Tvedestrand No. 1 und Bamle No. 1) vierzehn Tage lang im geschlossenen Rohre im Paraffinbade bis auf 200° mit folgenden Säuren erhitzt:

1. Mit Salzsäure vom spec. Gew. 1,169
2. Mit Salpetersäure vom spec. Gew. 1,485
3. Mit Schwefelsäure vom spec. Gew. 1,774
4. Salpeter-Salzsäure.

Die Röhren mit der letztgenannten Säure konnten dem Druck nicht widerstehen; es wurde deshalb bei den drei

Cordieriten (Bodenmais Nr. 1, Fahlun und Bamle Nr. 1) ein neuer Versuch angestellt, indem diesmal die mit Salpeter-Salzsäure gefüllten Röhren zehn Tage lang nur bis auf 100° erwärmt wurden. Zwei der Röhren hielten den Druck aus, die dritte (von Bodenmais) platzte schon am zweiten Tage.

Das Resultat dieser Aufschliessungen war, dass die Cordierite in Säuren unter hohem Druck zersetzbar sind. Dass die Gesteine im vorliegenden Falle mit Salzsäure nicht ganz umgesetzt wurden, wie aus den nachstehenden zusammengestellten Analysen ersichtlich ist, dürfte wohl daran gelegen haben, dass eine nicht genügend concentrierte Säure zur Verwendung gelangte.

Das spec. Gewicht der Cordierite wurde mit der Thoulet's Lösung[1]) und mit dem Pyknometer ermittelt.

Zu dieser Bestimmung wurden stets je 1 gr der Cordieritkörnchen, die auf dem engmaschigen Siebe (Seite 32) geblieben, zurückbehalten. Das Gewicht der Cordieritkörnchen wurde mit Thoulet's Lösung wie folgt festgestellt; es wurden einige von diesen Körnchen in ein mit dieser Lösung gefülltes Bechergläschen gegeben und die Lösung so lange mit Wasser verdünnt, bis dieselben in jeder Lage und Höhe schwebend erhalten blieben; sobald sich dieser Punkt erreicht zeigte, wurden die Körnchen schnell entfernt und mit der Westphal'schen Wage das Gewicht der Lösung festgestellt. Die Körnchen hatten somit dasselbe spec. Gewicht wie die Lösung.

Bevor an die eigentliche spec. Gewichtsbestimmung mit einem Pyknometer gegangen werden konnte, musste dieses Gläschen genau eingestellt werden; es wurde daher mit destilliertem Wasser bis zur Marke gefüllt und in ein Wasserbad gestellt, welches eine Temperatur von 15° zeigte. Nach einer halben Stunde wurde das Gläschen controlliert, sobald die Oberfläche des Wassers unter der angegebenen Marke gesunken war, musste die genaue Einstellung von neuem vorgenommen werden; zeigte das Pyknometer im Verlauf einer weiteren halben Stunde sich constant angefüllt, so wurde es aus dem Wasserbade genommen, sorgfältig abgetrocknet und in das Wägezimmer gebracht. Nach Verlauf einer Stunde wurde es

[1]) Bulletin de la société minéralogique de France 1879 II. 17, 189.

genau bis zur vierten Decimale gewogen. Nachdem auf diese Weise das Gewicht des mit Wasser gefüllten Pyknometers genau festgestellt war, geschah nun die Bestimmung des spec. Gewichts folgendermassen: Die gewogenen Cordieritkörnchen wurden in das Pyknometer gebracht, letzteres mit destilliertem Wasser bis zur Marke angefüllt und in ein Wasserbad von 15,5° gestellt. Auch hier wurde das Pyknometer bei gleichbleibender Temperatur mindestens eine halbe Stunde im Wasserbade stehen gelassen bis bei mehrmaliger Nachcontrollierung der Oberfläche das Wasser constant stehen blieb und nicht mehr unter die Marke sank. Dann wurde das Gläschen sorgfältig abgetrocknet, in das Wägezimmer gebracht und nach Verlauf einer Stunde gewogen. Das jetzt ermittelte Gewicht wurde von dem bereits festgestellten Gewicht des mit Wasser gefüllten Pyknometers plus hinzuaddiertem absoluten Gewicht des betreffenden Cordierits in Abzug gebracht. Diese erhaltene Differenz in das absolute Gewicht des Cordierits dividiert, ergab das spec. Gewicht des Cordierits.

I. Cordierit von Orijärvi No. 1.

Das zu dieser Untersuchung genommene Cordieritstück sah graublau aus und war mit Quarz und dunklem Glimmer verwachsen. Adern von Bleiglanz durchzogen dasselbe, zerstreut lagen in ihm Putzen von Pyrit und dünne Ueberzüge von Kupferkies.

Das mikroskopische Bild des Dünnschliffes zeigte ein ziemlich zersetztes Gestein mit Biotitblättchen. Der Pleochroismus war schwer zu erkennen.

Spec. Gewicht: = 2,588.

a) Mittel von zwei Aufschlüssen mit kohlensaurem Natrium:

SiO_2	=	48,84
Al_2O_3	=	31,78
Fe_2O_3	=	2,21
FeO	=	3,92
MnO	=	0,25
CaO	=	0,55
MgO	=	10,77
H_2O	=	2,05
		100,37

b) Aufschluss mit Salzsäure:

SiO_2	=	48,04
Al_2O_3	=	31,39
Fe_2O_3	=	2,13
FeO	=	3,93
MnO	=	0,17
CaO	=	0,57
MgO	=	10,67
H_2O	=	2,05
Rückstand	=	1,89
		100,84

Der Rückstand bestand nach der qualitativen Untersuchung aus Spuren von Mangan, Eisen, Thonerde und Magnesium.

c) Aufschluss mit Salpetersäure:

SiO_2	=	48,83
Al_2O_3	=	31,74
Fe_2O_3	=	2,13
FeO	=	3,93
MnO	=	0,29
CaO	=	0,56
MgO	=	10,76
H_2O	=	2,05
		100,29

d) Aufschluss mit Schwefelsäure:

SiO_2	=	48,80
Al_2O_3	=	31,73
Fe_2O_3	=	2,27
FeO	=	3,93
MnO	=	0,28
CaO	=	0,50
MgO	=	10,72
H_2O	=	2,05
		100,28

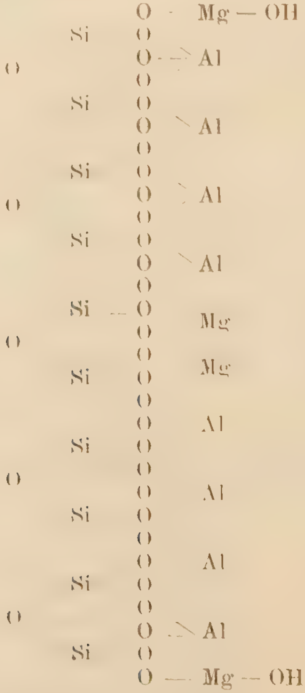
Das Mittel von diesen zusammengestellten Analysen war also:

SiO_2 = 48,83	Si = 0,814	Si = 0,814 = 10
Al_2O_3 = 31,76	Al = 0,623	$\overset{'''}{R}$ (Al + Fe''')
Fe_2O_3 = 2,20	Fe''' = 0,027	= 0,650 = 8
FeO = 3,93	Fe'' = 0,054	$\overset{''}{R}$ (Mg, Ca, Mn, Fe'')
MnO = 0,26	Mn = 0,004	= 0,336 = 4
CaO = 0,54	Ca = 0,009	H = 0,228 = 2
MgO = 10,75	Mg = 0,269	O = 3,052 = 37
H_2O = 2,05	H = 0,228	
100,32	O = 3,052	

Daraus ergab sich also die Formel:

$$H_2\,(Fe'',\ Mn,\ Ca,\ Mg)_4\,(Fe''',\ Al)_8\,Si_{10}\,O_{37}.$$

Die Constitutionsformel würde also folgendermassen zusammengesetzt sein:



Die Zusammensetzung war also:

$$(Si_2\ O_7)_5\ (Mg.\ OH)_2\ Mg_2\ Al_8$$

oder $Al_8\ Mg_4\ H_2\ Si_{10}\ O_{37}$

II. Cordierit von Orijärvi No. 2.

Da es mir von Interesse schien, mehrere Cordieritstücke von ein und demselben Fundorte zu untersuchen, um festzustellen, ob alle, welche aus der Nähe eines Ortes stammen, die gleiche Zusammensetzung aufweisen, untersuchte ich drei verschiedene Stücke von Orijärvi, deren Aussehen im Allgemeinen übereinstimmte. Aus den nachstehenden Analysen zeigt sich, dass die chemische Zusammensetzung fast eine gleiche ist.

Das mit No. 2 bezeichnete Cordieritstück war ein einheitlich schöner graublauer Stein, der mit Pyritadern durchsetzt war. An einigen Stellen zeigte sich auch Bleiglanz und ein geringer Anflug von Kupferkies; Quarz fand sich in diesem Stücke nicht. Spec. Gew. 2,586.

Das Resultat zweier Analysen, mit kohlensaurem Natrium aufgeschlossen, war folgendes:

SiO_2	= 48,18	Si	= 0,804	Si	= 0,804	=	10
Al_2O_3	= 31,61	Al	= 0,620	$\overset{'''}{R}$	= 0,650	=	8
Fe_2O_3	= 2,47	$\overset{''}{Fe}$	= 0,039	$\overset{''}{R}$	= 0,378	=	4
FeO	= 4,73	$\overset{'}{Fe}$	= 0,066	H	= 0,247	=	2
MnO	= 0,27	Mn	= 0,038	O	= 3,051	=	37
CaO	0,11	Ca	0,002				
MgO	= 10,91	Mg	= 0,272				
H_2O	2,31	H	0,247				
	100,59	O	= 3,051				

Die chemische Formel war also auch hier

$$(Si_2O_7)_5\ (Mg \cdot OH)_2\ Mg_2\ Al_8$$

oder $Al_8\ Mg_4\ H_2\ Si_{10}\ O_{37}$.

III. Orijärvi No. 3.

Dieses kleine Cordieritstückchen stammte aus Nyland bei Orijärvi und war mehr hellgraublau, es war ebenfalls mit Pyrit und diesmal auch wieder mit Quarz verwachsen; es konnten Anflüge von Kupferkies, aber nicht von Bleiglanz wahr-

genommen werden. Spec. Gew. 2,579. Das Resultat zweier Analysen mit kohlensaurem Natrium aufgeschlossen war folgendes:

SiO_2	= 48,38	Si	= 0,806	Si	= 0,806 = 10
Al_2O_3	= 32,04	Al	= 0,628	$\overset{'''}{R}$	= 0,664 = 8
Fe_2O_3	= 2,88	$\overset{'''}{Fe}$	= 0,036	$\overset{''}{R}$	= 0,363 = 4
FeO	= 4,17	$\overset{''}{Fe}$	= 0,058	H	= 0,223 = 2
MnO	= 0,31	Mn	= 0,044	O	= 3,047 = 37
CaO	= 0,42	Ca	0,007		
MgO	= 10,30	Mg	= 0,254		
H_2O	= 2,01	H	= 0,223		
	100,51	O	= 3,047		

Auch hier war dieselbe Formel:

$$(Si_2O_7)_5\ (Mg.\ OH)_2\ Mg_2\ Al_8$$

oder $Al_8\ Mg_4\ H_2\ Si_{10}\ O_{37}$.

IV. Cordierit von Bodenmais Nr. 1.

Es war ein tiefblaues mit Quarz durchzogenes Gestein, mit Kupferkies, Pyrit und Brauneisenstein umkleidet; letztgenanntes Erz ist auch hier aus der Zersetzung des Pyrits hervorgegangen. Unregelmässig zerstreut lagen in ihm Kupferkieslamellen und in Schnüren der Pyrit. Dieser Cordierit zeigte schönen starken dem Diamantglanz nahe kommenden Glanz.

Spec. Gew.: = 2,560.

Unter dem Mikroskope zeigte ein dicker Schliff deutlichen Pleochroismus von gelb, hellblau und dunkelblau.

a) Aufschluss mit kohlensaurem Natrium; Mittel von zwei Analysen:

SiO_2	= 48,80
Al_2O_3	= 32,38
Fe_2O_3	= 3,20
FeO	2,40
MnO	= 0,57
CaO	= 0,62
MgO	= 10,26
H_2O	= 1,47
	99,70

b) Aufschluss mit Salzsäure:

$Si\,O_2$	48,81
$Al_2\,O_3$, $Fe_2\,O_3$, $Fe\,O$	= 37,77
$Mn\,O$	0,51
$Ca\,O$	0,54
$Mg\,O$	10,10
$H_2\,O$	= 1,47
Rückstand	= 1,61
	100,81

Der Rückstand bestand nach der qualitativen Untersuchung aus Spuren von Mangan, Eisen, Thonerde und Magnesium.

c) Aufschluss mit Salpetersäure:

$$Si\,O_2 = 48{,}75$$

d) Aufschluss mit Schwefelsäure:

$$Si\,O_2 = 48{,}83$$

Wie bei dieser Analyse, bestimmte ich auch bei den nun noch folgenden quantitativen Untersuchungen der Aufschlüsse im geschlossenen Rohre nur noch die Kieselsäure. Da diese stets mit der vom kohlensauren Natrium-Aufschluss übereinstimmte, hielt ich es für unnötig den ganzen Gang einer quantitativen Bestimmung durchzuführen.

Das Mittel dieser Analysen war also:

$Si\,O_2$	= 48,80	Si	= 0,813	Si	= 0,813	=	10
$Al_2\,O_3$	= 32,38	Al	= 0,635	$\overset{'''}{R}$	= 0,675	=	8
$Fe_2\,O_3$	= 3,20	$\overset{'''}{Fe}$	= 0,040	$\overset{''}{R}$	= 0,308	=	4
$Fe\,O$	= 2,40	$\overset{''}{Fe}$	= 0,033	H	= 0,163	=	2
$Mn\,O$	= 0,57	Mn	= 0,008	O	= 3,030	=	37
$Ca\,O$	= 0,62	Ca	= 0,011				
$Mg\,O$	= 10,26	Mg	= 0,256				
$H_2\,O$	= 1,47	H	= 0,163				
	99,70	O	= 3,030				

Es ergab sich dieselbe Formel wie bei Orijärvi, also:

$$H_2\,(\overset{''}{Fe},\ Mn,\ Ca\ Mg)_4\ (\overset{'''}{Fe},\ Al)_8\ Si_{10}\ O_{37}$$

oder: $(Si_2\,O_7)_5\,(Mg \cdot O\,H)_2\,Mg_2\,Al_8$ oder: $Al_8\,Mg_4\,H_2\,Si_{10}\,O_{37}$.

V. Cordierit von Bodenmais No. 2.

(Es wurde sehr gut ausgesuchtes Material zur Bestimmung verwandt.)

Ein zweites Cordieritstückchen, welches ich von diesem Fundorte bekommen hatte, stammte speciell von der Grube Barbara bei Bodenmais. Im Aussehen glich es genau dem vorher beschriebenen (IV. Cordierit von Bodenmais No. 1), jedoch trat in diesem Stück der Pyrit seltener auf.

Spec. Gew. = 2,655.

Aufschluss mit kohlensaurem Natrium:

(Feuchtigkeit 0,07)

SiO_2 = 48,64	Si = 0,8106	Si = 0,810 = 10
Al_2O_3 34,02	Al = 0,6674	$\overset{\prime\prime\prime}{R}$ 0,675 8
Fe_2O_3 = 0,65	$\overset{\prime\prime\prime}{Fe}$ = 0,0081	$\overset{\prime\prime}{R}$ = 0,333 = 4
FeO = 2,50	$\overset{\prime\prime}{Fe}$ = 0,0347	H = 0,197 = 2
MgO = 11,52	Mg = 0,2844	O = 3,063 = 37
CaO = 0,03	Ca = 0,0054	
MnO = 0,63	Mn = 0,0087	
H_2O = 1,77	H = 0,1969	
99,76	O = 3,0630	

Die Formel war dieselbe:

$$(Si_2O_7)_5 (Mg \cdot OH)_2 Mg_2 Al_8$$

$$Al_8 Mg_4 H_2 Si_{10} O_{37}.$$

VI. Cordierit von Fahlun.

Der Cordierit dieses Fundortes war graublau und von Biotit, Pyrit und Quarz begleitet; ausserdem war derselbe mit radialfaserigen Büscheln von Strahlstein (Aktinolith) durchsetzt.

Spec. Gew. 2,653.

Unter dem Mikroskope zeigte dieser Cordierit sich vollständig zersetzt; derselbe war von Rissen durchzogen, die sämtlich nach einer Richtung verliefen, und in demselben

lagen neben zahlreichen Eisenpartikelchen auch Quarzkörnchen und Biotit.

a) Mittel von zwei Analysen mit kohlensaurem Natrium:

$Si\,O_2$	=	51,02
$Al_2\,O_3$	=	29,10
$Fe_2\,O_3$	=	1,04
$Fe\,O$	=	6,75
$Mn\,O$	=	0,37
$Ca\,O$	=	1,72
$Mg\,O$	=	8,39
$H_2\,O$	=	1,79
		100,18

b) Aufschluss mit Salzsäure:

$Si\,O_2$ = 50,90

Rückstand = 1,29.

Auch bei den Aufschlüssen mit Salzsäure im geschlossenen Rohre hielt ich es wie bei dieser Bestimmung, so auch bei den noch kommenden Analysen für zeitraubend, die quantitative Analyse ganz durchzuführen. Deshalb wurde nur der in Salzsäure unlösliche Rückstand nach Verjagen der ermittelten Kieselsäure mit Fluorwasserstoffsäure gewichtsanalytisch bestimmt. In dem Rückstand liessen sich stets Spuren von Eisen, Thonerde, Mangan und Magnesium nachweisen.

c) Aufschluss mit Salpetersäure:

$Si\,O_2$ = 50,99

d) Aufschluss mit Schwefelsäure:

$Si\,O_2$ = 50,96

e) Aufschluss mit Salpeter-Salzsäure:

$Si\,O_2$	=	51,07
$Al_2\,O_3$	=	29,05
$Fe_2\,O_3$	=	1,05
$Fe\,O$	=	6,75
$Mn\,O$	=	0,30
$Ca\,O$	=	1,74
$Mg\,O$	=	8,39
$H_2\,O$	=	1,79
		100,14

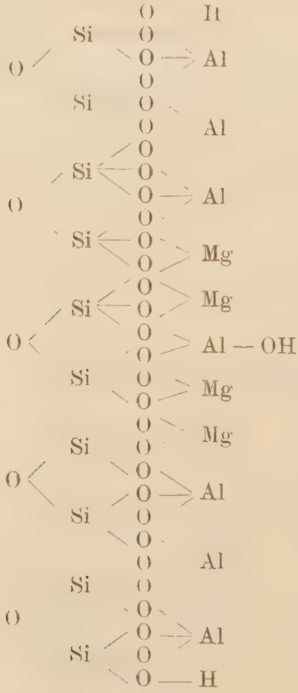
Das Mittel der drei ganz durchgeführten Analysen war etwas anders als bei den von Orijärvi und Bodenmais ermittelten, so dass diesmal eine andere Zusammensetzung angenommen werden musste:

SiO_2	= 51,01	Si	= 0,850	Si	= 0,850 = 10
Al_2O_3	= 29,09	Al	= 0,570	$\overset{'''}{R}$	= 0,583 = 7
Fe_2O_3	= 1,05	$\overset{'''}{Fe}$	= 0,013	$\overset{''}{R}$	= 0,339 = 4
FeO	= 6,75	$\overset{''}{Fe}$	= 0,094	H	= 0,199 = 2
MnO	= 0,38	Mn	= 0,570	O	= 3,015 = 36
CaO	= 1,73	Ca	= 0,031		
MgO	= 8,39	Mg	= 0,209		
H_2O	= 1,79	H	= 0.199		
	100,19	O	= 3,015		

Die Zusammensetzung würde also sein:

$$Al_7\ Mg_4\ H_2\ Si_{10}\ O_{36}.$$

Da diese Aufstellung ein Atom Sauerstoff und ein Atom Aluminium weniger wie die vorigen Formeln enthält, würde die Constitutionsformel folgendermassen zusammenzusetzen sein:



Da dieser Cordierit sich mit Eisenpartikelchen sehr durchsetzt zeigte, versuchte ich ein besseres Material zu beschaffen, allein alle meine Bemühungen blieben erfolglos.

Ein Gesteinsstück der Erik-Matts-Grube bei Fahlun war bereits in der Zersetzung soweit vergeschritten, dass ich selbst mit der Lupe Cordierit nicht entdecken konnte.

VII. Cordierit von Tvedestrand No. 1.

Die Farbe dieses Cordierits war schön tiefblau und selbst in starken Stücken noch vollkommen durchsichtig; mit blossem Auge liess sich bereits deutlicher Pleochroismus erkennen. Dieser Cordierit war mit Quarz verwachsen und mit Biotit durchsetzt; ausserdem war er genau parallel in Abständen von $^1/_2$ bis $1^1/_2$ mm geschichtet. Wie bei gut spaltbaren Mineralien, liessen sich auch hier die einzelnen Schichten durch einen leichten kurzen Schlag auf ein darauf gehaltenes Messer glatt ablösen. Die losgelösten Seiten waren mit gelblich bräunlichem Glimmer überzogen, welcher sich leicht abschaben liess.

Unter dem Mikroskop zeigte sich eine von Rissen durchzogene Bildfläche mit verhältnismässig grossen Eisenpartikelchen. Der deutlich erkennbare Trichroismus ging von hellblau ins gelbe über.

Spec. Gew. 2,604.

a) Das Mittel zweier Analysen des Aufschlusses mit kohlensaurem Natrium geben die folgenden Zahlen:

$Si\ O_2$	48,74
$Al_2\ O_3$	32,30
$Fe_2\ O_3$	2,58
$Fe\ O$	2,98
$Ca\ O$	0,81
$Mg\ O$	11,01
$H_2\ O$	2,17
	100,59

b) Aufschluss mit Salzsäure:

$Si\ O_2$ — 48,73

c) Aufschluss mit Salpetersäure:

$Si\,O_2 - 48{,}77$

d) Aufschluss mit Schwefelsäure:

$Si\,O_2 = 48{,}80$

Das Mittel dieser Analysen war also:

$Si\,O_2$	$= 48{,}76$	Si	$= 0{,}813$	$Si = 0{,}813$	$= 10$
$Al_2\,O_3$	$= 32{,}30$	Al	$= 0{,}633$	$\overset{'''}{R} = 0{,}665$	$= 8$
$Fe_2\,O_3$	$= 2{,}58$	$\overset{'''}{Fe}$	$= 0{,}032$	$\overset{''}{R} = 0{,}330$	$= 4$
$Fe\,O$	$= 2{,}98$	$\overset{''}{Fe}$	$= 0{,}041$	$H - 0{,}241$	$- 2$
$Ca\,O$	$- 0{,}81$	Ca	$= 0{,}014$	$O = 3{,}075$	$= 37$
$Mg\,O$	$= 11{,}01$	Mg	$= 0{,}275$		
$H_2\,O$	$= 2{,}17$	H	$= 0{,}241$		
	$100{,}61$	O	$= 3{,}075$		

Die Formel lautete auch hier wie die bei den Cordieriten von Orijärvi und Bodenmais:

$$H_2\,(\ddot{Fe},\ Ca,\ Mg)_4\ (\dddot{Fe},\ Al)_8\ Si_{10}\ O_{37}$$

oder $(Si_2\ O_7)_5\ (Mg\cdot OH)_2\cdot Mg_2\ Al_8$

oder $Al_8\ Mg_4\ H_2\ Si_{10}\ O_{37}$

VIII. Cordierit von Tvedestrand No. 2.

(Es wurde sorgfältig ausgesuchtes Material zur quantitativen Bestimmung verwandt.)

Dieser Cordierit, welchen ich durch die Güte des Herrn Professor Brögge in Christiania erhalten hatte, zeigte ebenfalls die schöne tiefblaue Farbe des Gesteins No. 1, jedoch war dieses Stück nicht mit Quarz verwachsen, sondern erwies sich mit Biotit durchsetzt. Auch zeigte dieses Gestein keine parallele Richtung, sondern war wie alle anderen Cordierite ein compactes Ganze, welches wie schon erwähnt mit Biotit durchsetzt war. Schon mit unbewaffnetem Auge war auch in diesem Cordierit der Trichroismus sehr schön zu erkennen.

Spec. Gew. 2,601.

Mittel zweier Analysen mit kohlensaurem Natrium:

SiO_2 = 48,99	Si = 0,814	Si = 0,814 = 10
Al_2O_3 = 32,90	Al = 0,645	$\overset{'''}{R}$ = 0,669 = 8
Fe_2O_3 = 1,92	$\overset{''}{Fe}$ = 0,024	$\overset{''}{R}$ = 0,344 = 4
FeO = 2,34	$\overset{'}{Fe}$ = 0,032	H = 0,167 = 2
MgO = 11,62	Mg = 0,287	O = 3,047 = 37
CaO = 0,12	Ca = 0,021	
MnO = 0,28	Mn = 0,004	
H_2O = 1,50	H = 0,167	
99,67	O = 3,047	

Auch hier dieselbe Formel:

$$(Si_2O_7)_5 (Mg \cdot OH)_2 \cdot Mg_2 Al_8$$

IX. Cordierit von Bamle No. 1.

Die Farbe dieses Cordierits spielte von grün und graugrün nach graublau. Spaltbarkeit zeigte derselbe nach der Basis und dem Klinopinakoid; an den Kanten war er durchscheinend. Der Cordierit war im innigen Kontakt mit Quarz, welcher seinerseits wieder mit dem Biotit im Zusammenhang stand.

Spec. Gew. = 2,641.

Unter dem Mikroskop zeigte derselbe Pleochroismus, welcher von dunkelblau nach hellblau und grau überging. Zum Teil war dieser Cordierit in radialfasrige Aggregate zersetzt; auch kleine Schüppchen von Eisenglanz lagen in der Grundmasse.

a) Aufschluss mit kohlensaurem Natrium; Mittel zweier Analysen:

SiO_2	= 48,48
Al_2O_3	= 31,83
Fe_2O_3	= 1,47
FeO	2,64
CaO	= 1,57
MgO	= 10,94
H_2O	= 2,97
	99,90

b) Aufschluss mit Salzsäure:

$$SiO_2 = 48{,}40$$
$$\text{Rückstand} = 1{,}01$$

c) Aufschluss mit Salpetersäure:

$$SiO_2 = 48{,}46$$

d) Aufschluss mit Schwefelsäure:

$$SiO_2 = 48{,}51$$

e) Aufschluss mit Salpeter- Salzsäure:

SiO_2	= 48,43
Al_2O_3	= 31,60
Fe_2O_3	= 1,50
FeO	= 2,64
CaO	= 1,50
MgO	= 11,03
H_2O	= 2,97
Rückstand	= 0,26
	99,93

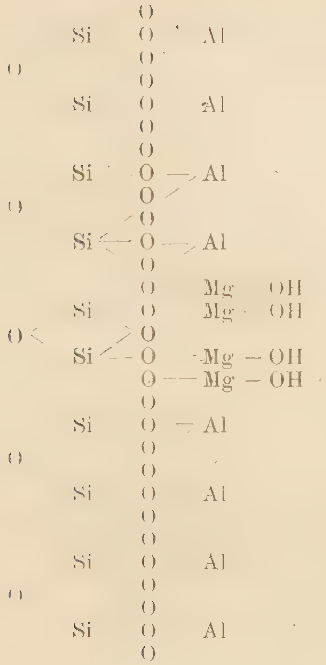
Mittel der Analysen:

SiO_2	= 48,48	Si	= 0,808	Si	= 0,808	= 10
Al_2O_3	= 31,83	Al	= 0,624	$\overset{\prime\prime\prime}{R}$	= 0,642	= 8
Fe_2O_3	= 1,48	$\overset{\prime\prime\prime}{Fe}$	= 0,018	$\overset{\prime\prime}{R}$	= 0,338	= 4
FeO	= 2,64	$\overset{\prime\prime}{Fe}$	= 0,037	H	= 0,330	= 4
CaO	= 1,59	Ca	= 0,028	O	= 3,083	= 38
MgO	= 10,94	Mg	= 0,273			
H_2O	= 2,97	H	= 0,330			
	99,93	O	= 3,083			

Die Formel lautet:

$$H_4\,Mg_4\,Al_8\,Si_{10}\,O_{38}.$$

Die Constitutionsformel dürfte folgendermassen aufzubauen sein:



X. Cordierit von Bamle No. 2.

Es wurde sehr sorgfältig ausgesuchtes Material zur Analyse verwandt.

Das Aussehen dieses Cordierits war etwas blaugrau, sonst sehr ähnlich dem vorher beschriebenen; auch zeigte er sich mit Quarz und Biotit verwachsen.

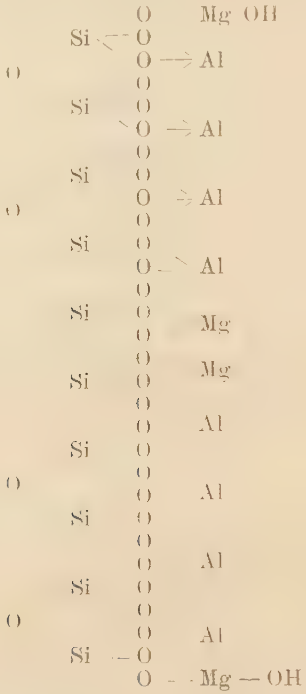
Spec. Gew. 2,611.

Mittel zweier Analysen mit kohlensaurem Natrium aufgeschlossen:

SiO_2	= 49,37	Si	= 0,823	Si	= 0,823 = 10
Al_2O_3	34,30	Al	0,673	$\overset{\cdots}{R}$	— 0,693 8
Fe_2O_3	= 1,65	$\overset{\cdots}{Fe}$	= 0,020		
FeO	= 2,10			$\overset{\cdot\cdot}{R}$	= 0,300 = 4
MgO	= 10,61	$\overset{\cdot\cdot}{Fe}$	= 0,029	H	= 0,181 = 2
CaO	= 0,02	Mg	= 0,262	O	= 2,973 — 36
MnO	= 0,39	Ca	= 0,003		
H_2O	= 1,63	Mn	= 0,005		
	100,07	H	= 0,181		
		O	= 2,973		

Die Formel lautete diesmal: $H_2Mg_4Al_8Si_{10}O_{36}$

und die Constitutionsformel folgendermassen:



XI. Cordierit von Krageroe:

Das Aussehen des zur Analyse verwandten Gesteins war nicht besonders schön, doch war mit der Lupe noch brauchbarer blau aussehender Cordierit zur quantitativen Bestimmung herauszulesen. Dieser Cordierit war mit Quarz und schwarzem Glimmer vollständig verwachsen. — Spec. Gew. 2,573.

Das Mittel zweier Analysen mit kohlensaurem Natrium war:

SiO_2 = 48,27	Si = 0,804	Si	= 0,804		10
Al_2O_3 = 33,09	Al = 0,649	$\overset{\prime\prime\prime}{R}$	= 0,667	=	8
Fe_2O_3 = 1,40	$\overset{\cdot\cdot\cdot}{Fe}$ = 0,017	$\overset{\prime\prime}{R}$	= 0,337	=	4
FeO = 3,56	$\overset{\cdot\cdot}{Fe}$ = 0,049	H	= 0,177	=	2
MgO = 10,74	Mg = 0,265	O	= 3,021	=	37
CaO = 0,09	Ca = 0,016				
MnO = 0,46	Mn = 0,006				
H_2O = 1,59	H = 0,177				
99,20	O = 3,021				

Auch diese Analyse ergab dieselbe Zusammensetzung wie die bei den Cordieriten von Orijärvi, Bodenmais und Tvedestrand:

$$H_2\,Mg_4\,Al_8\,Si_{10}\,O_{37}.$$

	I. Orijärvi No. 1	II. Orijärvi No. 2	III. Orijärvi No. 3	IV. Bodenmais No. 1	V. Bodenmais No. 2	VI. Fahlun	VII. Tvedestrand No. 1	VIII. Tvedestrand No. 2	IX. Bamle No. 1	X. Bamle No. 2	XI. Krageroe
SiO_2	48.83	48.18	48.38	48.80	48.64	51.01	48.76	48.99	48.48	49.37	48.27
Al_2O_3	31.76	31.61	32.04	32.38	34.02	29.09	32.30	32.90	31.83	34.30	33.09
Fe_2O_3	2.20	2.47	2.88	3.20	0.65	1.05	2.58	1.92	1.48	1.65	1.40
FeO	3.93	4.73	4.17	2.40	2.50	6.75	2.98	2.34	2.64	2.10	3.56
MnO	0,26	0.27	0.31	0,57	0,63	0,38	—	0,28	—	0,39	0,46
CaO	0.54	0.11	0.42	0.62	0.03	1.73	0.81	0.12	1.59	0.02	0.09
MgO	10.75	10.91	10.30	10.26	11.52	8.39	11.01	11.62	10.94	10.61	10.74
H_2O	2.05	2.31	2.01	1.47	1.77	1.79	2.17	1.50	2.97	1.63	1,59
	100.32	100.59	100.51	99.70	99.76	100.19	100.61	99.67	99.93	100.07	99.20

Es hatten hiernach die Cordierite von Orijärvi, Bodenmais, Tvedestrand und Krageroe die Formel:

$$H_2\ Mg_4\ Al_8\ Si_{10}\ O_{37}$$

wogegen die von Fahlun und Bamle eine abweichende Formel zeigten.

Während der von Fahlun die Zusammensetzung:

$$H_2\ Mg_4\ Al_7\ Si_{10}\ O_{36}$$

hatte, waren die Cordierite von Bamle verschieden zusammengesetzt.

Die Formeln lauteten:

$$H_4\ Mg_4\ Al_8\ Si_{10}\ O_{38}$$
$$H_2\ Mg_4\ Al_8\ Si_{10}\ O_{36}$$

von denen die zuletzt angegebene die richtigere sein dürfte, weil zu ihrer Bestimmung bestes Material in durchsichtigen Stückchen genommen werden konnte.

Obgleich ganz ausser Zusammenhang mit der vorstehenden Abhandlung stehend, möchte ich nicht unterlassen, das Resultat einer neben der eigentlichen Arbeit ausgeführten Analyse eines Albites anzuführen, welches vielleicht von allgemeinem Interesse sein dürfte. Dieser Albit stammte vom Eprechtstein im Fichtelgebirge, er tritt dort gesteinsbildend auf und liegt in lockeren Massen im Granit. Ich trennte auf mechanischem Wege diesen Albit von den übrigen Granitbestandteilen und pulverisierte denselben. Das durch das Pulverisieren in einem Stahlmörser hineingekommene Eisen entfernte ich mittels eines Magneten. Es wurde ein Aufschluss mit kohlensaurem Natrium-Kalium und zur Bestimmung der Alkalien ein solcher mit Flusssäure ausgeführt.

1. Mittel zweier Analysen mit kohlensaurem Natriumkalium aufgeschlossen:

$$Si\,O_2 = 66{,}63$$
$$Al_2\,O_3 = 21{,}26$$
$$Ca\,O = 0{,}48$$

2. Aufschluss mit Flusssäure:

$$Al_2\,O_3 = 20{,}82$$
$$Ca\,O = 0{,}33$$
$$K_2\,O = 1{,}34$$
$$Na_2\,O = 12{,}11$$

Das Resultat dieser Analyse war also im Mittel:

$Si\,O_2$	= 66,63	Si	= 1,11
$Al_2\,O_3$	= 21,09	Al	= 0,41
$Ca\,O$	= 0,46	Ca	= 0,008
$K_2\,O$	= 1,34	K	= 0,03
$Na_2\,O$	= 12,11	Na	= 0,39
	101,63	O	= 3,06

Die Formel würde also lauten:

$$Na\,Al\,Si_3\,O_8$$

Diese Albitanalyse stimmt mit den bekannten Albituntersuchungen überein.

Vorstehende Arbeit wurde in dem chemischen analytischen Laboratorium des mineralogisch-geologischen Instituts der Königlichen Bayerischen Universität Erlangen auf Veranlassung des Herrn Professor Dr. C. Oebbeke ausgeführt.

Es sei mir gestattet an dieser Stelle meinen verehrten Herren Lehrern, insbesondere dem Herrn Professor Dr. C. Oebbeke für seine freundliche und stets wertvolle Unterstützung meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Lebenslauf.

Am 19. Juli 1864 wurde ich in Hoym (Herzogtum Anhalt) geboren, besuchte in Stralsund das Realgymnasium bis Obersekunda und wendete mich der pharmaceutischen Laufbahn zu. In Sondershausen bestand ich das pharmaceutische Gehülfen-Examen und bezog nach Beendigung der dreijährigen Conditionszeit die Universitäten Würzburg und Leipzig. Nachdem ich am 13. Juni 1891 das pharmaceutische Staatsexamen bestanden hatte, setzte ich meine Studien in Leipzig fort und beendete dieselben in Erlangen.

Während meiner Studienzeit belegte ich Praktika bei den Herren Professoren: Fischer, Wislicenus, Ostwald, Boehm, Pfeffer, Meyer, Weddige, Oebbeke, Wiedemann, Fleischmann.

Vorlesungen hörte ich bei den Herren: Fischer, v. Sachs, Röntken (Würzburg); Wislicenus, Wiedemann, Ostwald, Pfeffer, Boehm, Beckmann, Behrend, Wedige, Fischer (Leipzig); Oebbeke, Fischer, Wiedemann, Fleischmann und Blankenhorn (Erlangen).